

Jan  
3868.1a

HARVARD UNIVERSITY.



LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

6692

GIFT OF

ALEXANDER AGASSIZ.













Jenaische Zeitschrift

für

# NATURWISSENSCHAFT

herausgegeben

von der

medizinisch - naturwissenschaftlichen Gesellschaft  
zu Jena.

---

## Zwölfter Band.

Neue Folge, Fünfter Band.

Mit 21 Tafeln.

---

**A** J e n a ,

Verlag von Gustav Fischer

vormals Friedrich Mauke.

5m  
1878.





## Inhalt.

---

	Seite
Ueber die Individualität des Thierkörpers. Von Ernst Haeckel	1
Ueber Venen-Elasticität. Von Dr. Karl Bardeleben . .	21
Helgolander Leptomedusen. Von R. Böhm . . . . .	68
Ueber die Verzweigungen der Blutgefäße. Von Dr. W. Roux	205
Ueber Wachsthumsverschiebungen und ihren Einfluss auf die Gestaltung des Arteriensystems. Von G. Schwalbe . . .	267
Monographie der in Thüringen vorkommenden Arten der Hymenopteren-Gattung Bombus, mit einer allgemeinen Einleitung in dieses Genus. Von Dr. Otto Schmiedeknecht . .	303
Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Kiemen- und Kiefermusculatur der Fische. II. Theil. Von Dr. B. Vetter	431
Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmsporen. Von Dr. Eduard Strasburger . . . . .	451
Aus den Handschriften Karl Linsser's. Von Friedrich Roth	626
Ueber Polyembryonie. Von Dr. Eduard Strasburger . .	647
Die Dotterfurchung von Balanus. Von Dr. Arnold Lang .	671

---



**Sitzungsberichte**  
der  
**Jenaischen Gesellschaft**  
für  
**Medicin und Naturwissenschaft**  
1877.

---

**1. Sitzung vom 5. Januar 1877.**

Herr Hofrath Professor Dr. W. Müller hält einen Vortrag: „Ueber die Häufigkeit von *Pentastomum*, *Echinococcus* und *Cysticercus* in Jena“ unter Vorzeigung der bezüglichen Präparate.

**2. Sitzung vom 19. Januar 1877.**

Herr Professor Dr. E. Haeckel berichtet über wichtige paläontologische Entdeckungen der Herren Marsh und Cope in Amerika.

Herr Hofrath Professor Dr. E. Schmidt hält einen Vortrag über die photochemische Nachweisung und Unterscheidung von Natrium, Kalium und Calcium besonders in den Feldspathen.

**3. Sitzung vom 2. Februar 1877.**

Herr Dr. Rosenbach theilt eigene Untersuchungen mit zur Physiologie des Nervus vagus.

**4. Sitzung vom 16. Februar 1877.**

Herr Professor Schwalbe demonstriert einige Sagittalschnitte eines gefrorenen kindlichen Körpers.

Herr Hofrath Professor Dr. W. Müller spricht über eine *Bilharzia* in den Bauchvenen von *Emys picta* und *Testudo carolina*.



## 5. Sitzung vom 9. März 1877.

Herr Dr. K. Bardeleben berichtet über einige seltene Muskelvarietäten, die auf der anatomischen Anstalt zur Beobachtung kamen. Seit Anlegung eines Varietätenbuches werden übrigens weit mehr Varietäten beobachtet, richtiger: beachtet, als früher.

Ein Popliteus minor (Calori, Wood) kam an einem Gefäßpräparat vor.

Muskelleiche 18 (männlicher Selbstmörder, Anfang der 20er Jahre, Beschäftigung unbekannt) zeigte eine grosse Reihe von Muskelvarietäten (Multiplicität ist hier ja häufig), nämlich:

1. Das sehr starke Platysma kreuzt sich im oberen Theil von beiden Seiten über die Mittellinie herüber, —
2. Der Sternocleidomastoideus hat links 3 Köpfe, nämlich einen vor dem normalen cleidalen Kopf entspringenden, von 2 Cm. Breite. —
3. Ein Subscapularis minor (Gruber), rechts, entspringt fleischig vom oberen Rande des Schulterblatts, mit Subscapularis der Norm zusammenhängend, inserirt sich nach einem Verlauf von 12 Ct. (bei  $\frac{3}{4}$  Cm. Breite) sehnig, 3 Mm. breit am Tuberculum minus humeri, nahe dem Latissimus. —
4. Subscapularis-capsularis (humeralis) Macalister, von der Sehne des normalen Subscapularis und der Schultergelenkkapsel zu fast derselben Stelle am Tuberculum minus, wie der vorige; 3 Cm. lang, am fleischigen Ursprung 1 Cm., am sehnigen Ansatz 5 Mm. breit. —
5. Besonderer Extensor digiti III manus. —
6. Beiderseits Psoas minor sehr stark entwickelt. —
7. Ein dritter Kopf des Gastrocnemius vom Planum popliteum femoris (links), 2 Cm. dick, entspringt fleischig, endet sehnig in der Vereinigung der beiden normalen Köpfe (Plantaris vorhanden). —
8. Ein echter Supraclavicularis (Luschka) links. —
9. Ein noch nicht beschriebener Muskel, der von der Vorderfläche des linken Schlüsselbeins unter dem Ursprung des accessorischen 2. Cleidalkopfes des Sternocleidomastoideus, unter der Insertion des Supraclavicularis, sehnig und muskulös entspringt und in der Fascie vor dem Pectoralis major bis nach dem Deltoideus hin sehnig ausstrahlend endet. Bedeckt ist der Muskel von dem sehr kräftig entwickelten und tief hinabreichenden Platysma. Länge 11 Cm., davon muskulös 8, 5; Breite in der Mitte 13 Mm. Nerv von Thoracici anteriores, aus der Tiefe zwischen den Portionen des Pectoralis major hervortretend. B. nennt den Muskel: M. infraclavicularis, und glaubt denselben in Be-

ziehung zu dem gleichzeitig vorhandenen Supraclavicularis setzen und als eine Art Fortsetzung desselben, getrennt durch ein Stück Clavicula, betrachten zu dürfen. Jedenfalls dürften beide Muskeln zur Erhöhung der Befestigung des Schlüsselbeins am Thorax beitragen; ersterer zeigt deutlich Beziehungen zum Sternoclaviculargelenk und darf gewiss unter die Rubrik der Gelenkspanner eingereiht werden, während der Infraclavicularis als Fasienspanner für Fascia pectoralis und deltoidea, indirect auch für die Halsfascie angesprochen werden darf. —

Ferner theilt Bardeleben zwei neuerdings beobachtete Fälle von „Sternalis“ mit. Der eine stammt von einem 3 Monate alten Kinde (femin.), ist eine Fortsetzung des rechten Sternomastoideus, liegt vor der Fascia pectoralis rechts, giebt zum linken Pectoralis major zwei dünne Fleischbündel, welche also die Mittellinie überschreiten, geht senkrecht und etwas lateral abwärts, um in Höhe des oberen Randes der 6. Rippe (rechts) in der Rectusscheide (Sehne des Obliquus abdom. ext.) neben der Abdominalzacke des Pectoralis major zu enden. Die muskulöse Partie ist 5 Cm. lang, in der Mitte 12 Mm. breit.

Der andere Fall, von einem 51jährigen Weibe, ist doppelseitig; entsteht beiderseits aus der Sehne des Sternomastoideus in der Art, dass der rechte „Sternalis“ aus dem rechten, der linke aus beiden Sternomastoidei hervorgeht, so dass hier wiederum ein Ueberschreiten der Mittellinie seitens der Sehne stattfindet. 3 Cm. unter dem oberen Ende, in Höhe des 2. Rippenknorpels, erhält die Sehne des rechten Muskels eine über die Mittellinie kommende Verstärkung durch eine 3 Mm. breite Sehne, die aus Fasern des linken Pectoralis major hervorgeht. Ausserdem erhalten beide Sternales in Höhe des 2. Rippenknorpels einige Sehnenfasern vom Brustbein. Verlauf beider Muskeln fast senkrecht, etwas lateralwärts, Endigung in der Sehne des Obliquus externus; Länge gegen 18 Cm., des muskulösen Theils 6 resp. 8 Cm., grösste Breite links 16, rechts 13 Mm; Dicke 2—3 Mm. Nerven kommen beiderseits vom 2. und 3. Intercostalis.

Da der früher vom Vortragenden beschriebene und abgebildete „Sternalis“ (Zeitschrift für Anat. und Entwicklungsgeschichte Band I, Seite 424—458) seine Nerven, wie nähere Untersuchung sehr wahrscheinlich gemacht hat, von einem Thoracicus ant., der soeben beschriebene von Intercostalnerven bezieht, so erscheint mit Berücksichtigung der Malbranc'schen Beobachtungen (Zeitschrift für Anat. und Entwicklungsgeschichte

Band II, S. 310—316) jetzt so viel sicher, dass die einstweilen nur myologisch vom Vortragenden unterschiedenen Formen des „Sternalis“ auch betreffs der Nerven sich sondern lassen. Soweit jetzt eruirt ist, erhalten demnach die vom Sternocleidomastoideus derivirenden Formen ihre Nerven von den Intercostales, die vom Pectoralis major stammenden von den Thoracici anteriores.

Erstere Form gehört sonach, soweit B.'s Erfahrungen reichen, vielleicht in das System des Obliquus abd. ext., wenn es auch einstweilen unerklärt ist, dass diese Muskeln vor der Extremitätenmusculatur, oberflächlicher als der Pectoralis major, liegen. Jedenfalls aber ist durch diese neuen Beobachtungen bestätigt, dass diese Form des sog. Sternalis ebensowenig wie die vom Pectoralis stammende mit dem Rectus abdominis etwas zu thun hat. Dazu liegt sie zu oberflächlich; aber auch mit der Hautmusculatur hat sie nichts zu schaffen, dafür liegt sie zu tief! —

Herr Hofrath Prof. Dr. E. Schmid berichtet sodann über die Fortschritte des Gotthard-Tunnels und die dabei erhaltenen geologischen Aufschlüsse.

#### 6. Sitzung vom 4. Mai 1877.

Herr Prof. Dr. Strasburger macht Mittheilungen über die Entwicklungsgeschichte der Acetabularien.

Herr Dr. Martin theilt Beobachtungen über die Regenverhältnisse des südlichen Chile mit.

Während der nördliche Theil von Chile sehr trocken ist, nimmt die Regenmenge zu in der Richtung nach Süden. In Valdivia erreicht sie im Mittel 2,716 Meter. Noch weiter südlich nimmt sie wieder ab: in Puerto Montt 2,535 und in Ancud auf der Insel Chiloe 2,366 Meter jährliches Mittel.

Die Vertheilung dieser für gemässigte Breiten abnormen Regenmenge ist derart, dass im ganzen bewohnten Chile der grösste Theil auf den Winter fällt. Während aber die monatliche Curve der Regenmenge in Valdivia einen spitzen Gipfel im Winter und eine tiefe Einsenkung im Sommer zeigt, steigt die für Puerto Montt von Februar bis April, also im Herbst, steil an, bleibt sich während der Wintermonate Mai bis August ziemlich gleich und fällt im Frühjahr und Sommer langsam zum Minimum herab. In Ancud endlich bildet die Curve zwei Wintergipfel im Mai und Juli.



Diese Vertheilung der Regenmenge entspricht genau der in der subtropischen Zone der nördlichen Hemisphäre. Während auf den atlantischen Inseln und in Nordafrika blos ein Wintermaximum besteht, theilt sich dieses allmähig auf den Halbinseln des südlichen Europa, bis es nach Norden zu auf den Sommer zusammenrückt zu dem bei uns vorherrschenden sommerlichen Maximum.

#### 7. Sitzung vom 18. Mai 1877.

Herr Prof. Dr. Haeckel referirt über die wichtigsten Resultate der Challenger-Expedition mit besonderer Rücksicht auf die Rhizopoden-Fauna.

Herr Dr. O. Hertwig spricht über die Umbildung des Keimbläschens, über die Entstehung der Richtungskörper und über die Befruchtungserscheinungen bei Asteracanthion und einigen anderen niederen Seethieren aus dem Stamme der Coelenteraten, Würmer und Mollusken.

#### 8. Sitzung vom 1. Juni 1877.

Herr Dr. R. Hertwig macht Mittheilungen über den Bau und die Entwicklung der *Spirochona gemmipara*.

Herr Prof. Dr. Nothnagel spricht 1) über einen Fall von *Echinococcus hepatis*, 2) über seine experimentellen Untersuchungen über die innere Kapsel des Gehirns.

Herr Hofrath E. Schmid giebt Beiträge zur Kenntniss der afrikanischen Diamanten.

#### 9. Sitzung vom 22. Juni 1877.

Herr Dr. R. Hertwig macht Mittheilungen über 2 neue marine Protisten: *Leptodiscus medusoides* und *Sticholonche zancea*.

Herr Hofrath E. Schmid spricht über den diluvialen Geschiebesand der Kiesgrube von Essleben.

#### 10. Sitzung vom 6. Juli 1877.

Herr Prof. Schwalbe hält einen Vortrag über das postembryonale Knochenwachsthum (s. S. XI).

Herr Dr. K. Bardeleben theilt die Ergebnisse seiner Untersuchungen über Venen-Elasticität mit. Mittelst eines eigenen construirten Instrumentes (welches vorgezeigt wird) bestimmte B. in ähnlicher Weise, wie Braune, die Ausdehnung von Venen bei verschiedenen Belastungen. Es zeigte sich, dass

die Dehnungen den Spannungen (Belastungen) durchaus nicht proportional verlaufen, sondern dass erstere bedeutend hinter den letzteren zurückbleiben und zwar dergestalt, dass bei mittleren Belastungen die Ausdehnungen entsprechend den Quadratwurzeln der Gewichtszunahmen wachsen. Construiert man eine Curve, deren Ordinaten Längen, deren Abscissen Gewichtszunahmen darstellen, so erhält man also eine Parabel, keine gerade Linie, wie Wundt angiebt — aber auch keine Hyperbel (Wertheim), Ellipse (Volkmann) oder logarithmische Linie (Preyer). Für geringfügige Belastungen weichen die Zahlen von diesem Gesetz ab; vielleicht sind diese Abweichungen gesetzmässige und mit dem elastischen Verhalten anderer organischer und unorganischer Körper in Parallele zu setzen. So zeigt das Gummi bis zu gewissen Belastungen eine nach unten convexe Curve, d. h. unverhältnissmässig grosse Ausdehnung gegenüber der Belastung, während später das entgegengesetzte Verhalten eintritt. Aehnlich verhalten sich Kautschuk (Horvath) und manche Metalle (Wertheim). Die dem Umbiegungspunkt nahe gelegenen Abschnitte solcher Curve erscheinen dann leicht als gerade Linie.

Die an einer Reihe verschiedener menschlicher Venen gewonnenen Resultate stimmten sehr gut mit einander überein, die Curven folgen alle demselben Gesetz, wenn auch quantitative Differenzen, je nach der Dicke der Wandung, vorhanden sein mussten. Specifische Differenzen, entsprechend dem so sehr verschiedenen histologischen Bau der Venenwandung bei verschiedenen Venen, in den Curven nachzuweisen, scheint nicht möglich.

B. macht ferner auf die elastische Nachwirkung aufmerksam, welche bei den Venen sehr langsam verläuft, daher in Gestalt nachträglicher Ausdehnungen und Verkürzungen bei den Versuchsreihen sehr störend wirkt — und im Organismus gewiss eine sehr bedeutende, bisher viel zu wenig beachtete Rolle spielt. Die elastischen Nachdehnungen und nachträglichen Zusammenziehungen dauern bei den Venen Stunden, ja Tage; für höhere Belastungen wird der Grenzwert in absehbarer Zeit vielleicht überhaupt nicht erreicht. Im Organismus treten jedenfalls active Bewegungen dazwischen, welche es andererseits aber auch niemals zu einem Gleichgewicht zwischen Dehnung und Spannung (Ausdehnung und Belastung) kommen lassen. Alle Venen des Körpers sind permanent gespannt, wenn auch in verschiedenem Grade, je nach Stellung der Gelenke u. a. m., alle Venen ziehen sich bei der Herausnahme aus der Leiche zurück, um 15, 20, 25

und mehr Procent. Entlastung (Entspannung) tritt also, abgesehen vom Blutdruck, wohl niemals vollständig ein. Die Elasticitätsgrenze liegt übrigens ziemlich weit hinaus, indem die Venen noch mehrere Tage nach dem Tode Ausdehnungen um 50–60% ohne merkliche Veränderung ertragen.

Nach stärkeren Belastungen geht die Vene aber nur sehr langsam auf ihre frühere Länge zurück, so langsam, dass das im Organismus ohne Schaden für denselben nicht abgewartet werden kann. Bei wiederholten oder schnell wechselnden Belastungen genügen die elastischen Kräfte der Vene nicht, sie müssten sämmtlich im Laufe des Lebens übermässig ausgedehnt werden, wenn nicht eine Vorrichtung für resp. gegen die elastische Nachwirkung vorhanden wäre. Dies Corrigens gegen letztere erblickt B. in der glatten Musculatur der Venenwandungen und der Venenklappen. Ueber diese histologischen Verhältnisse stellt B. neue Mittheilungen in Aussicht. (Die ausführliche Veröffentlichung betreff. Venen-Elasticität erscheint in der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft.)

#### 11. Sitzung vom 20. Juli 1877.

Herr Dr. K. Bardeleben macht die in seinem letzten Vortrage in Aussicht gestellten Mittheilungen über den Bau der Venenwandung und der Klappen. — Dieser Bau kann nur verstanden werden, wenn man die mechanischen Verhältnisse des Venensystems und der einzelnen Venen, sowie die elastischen Eigenschaften der organischen Gewebe kennt. Beides ist schwierig. Eine grosse Reihe von Factoren muss hier in Rechnung gezogen werden, so die Variabilität des Verlaufes, Luft- und Blutdruck, Auf- oder Absteigen, das rein-physikalische Verhalten der Wandung. Morphologie und Physik (Physiologie) sind hier untrennbar.

Die bisherige Eintheilung der Venen in grosse, mittlere und kleine (oder ähnlich) ist nach den Untersuchungen von B. nicht mehr haltbar; statt dessen muss gesondert werden:

##### A. Nach der Lage:

- 1) im Knochen, in den Muskeln und Organen,
- 2) zwischen den Muskeln, neben Arterien, „tiefe“ Venen,
- 3) zwischen Fascie und Haut, ohne Arterien-Begleitung, „oberflächliche“ Venen.

##### B. nach der Richtung des Blutstromes:

- 1) (fast stets) aufsteigend: unt. Extremität,

- 2) meist aufsteigend: ob. Extremität, Theil des Rumpfes,
- 3) (fast immer) absteigend: Kopf und Hals.

Bei A. findet von 1—3 eine Zunahme der elastischen und der musculösen Elemente statt, bei B. umgekehrt. Ausser der Stärke der Muskeln ist auch ihre Anordnung, Richtung und Lage charakteristisch, den mechanischen Erfordernissen entsprechend. Durch die Combinationen von A und B mit den Unterabtheilungen werden die Verhältnisse sehr complicirt. Dies gilt zunächst für den erwachsenen Menschen; bei Thieren liegen die Verhältnisse grossentheils einfacher, die Differenzen zwischen der vorderen und hinteren Extremität fehlen, und je kleiner die Thiere, desto schwächer sind die Venenwandungen an sich, desto weniger charakteristische Unterschiede der einzelnen Venen unter einander und gegenüber den Arterien finden sich. Muskeln sind in den Klappen, soweit letztere überhaupt vorhanden, nachweisbar. Untersucht wurden bisher die Venen von Frosch, jungen und erwachsenen Kaninchen, Meerschweinchen, Hund, Katze, Schaf, Kalb, Rind, — ausserdem Kind.

B. hat bereits vor längerer Zeit Muskeln in den Klappen und den Sinus nachgewiesen; in ersteren wurden sie bereits von Wahlgren gefunden, allerdings nur in „grossen“ Klappen. B. vermisste sie niemals und konnte einen directen Zusammenhang der Musculatur in der Wandung und in den Klappen sowie gesetzmässige Richtung der Spindelzellen in diesen constatiren. —

Auf Grund der früher mitgetheilten Untersuchungen über Venen-Elasticität hält B. die glatten Muskeln in erster Linie für ein Corrigen der elastischen Nachwirkung, zu activer selbständiger Thätigkeit gelangen sie im Venensystem weniger. Eine Vergleichung der Stellen und Organe, wo glatte Muskeln im Organismus vorkommen, ergiebt, dass da, wo constanter oder lange anhaltender oder oft wiederholter, aber quantitativ mässiger Druck oder Zug wirken, glatte Muskeln sich finden. Verlängerung und Verkürzung der Venen befördert die Blutbewegung (Braune); da die elastischen Kräfte hier nicht ausreichen (vgl. den Vortrag über Venen-Elasticität), müssen die Muskeln wirken. Diese wirken auch der Ausdehnung durch den Blutdruck entgegen. Active Beförderung des Blutstromes durch die Muskeln der Wandung, der Klappen, der Sinus konnte B. durch Faradisirung bei Menschen nicht sicher nachweisen. Sehr interessant ist die Anwendung der von Exner gegebenen theoretischen Erörterungen über die Wirkung von Längs- und Ringmuskeln speciell für die Venen.

Durch weitere Ausführung dieser Betrachtungen gelangen wir zu dem Erforderniss unabhängig von einander wirkender Ring- und Längsmuskeln. Wir haben sonach einen Sphincter und Dilatator venarum, die vielleicht auch von verschiedenartigen Nerven (Sympathicus, Spinal-) versorgt werden. Anatomisch dies Letztere nachzuweisen, ist dem Vortragenden noch nicht gelungen. Weitere Mittheilungen, über die Lymphbahnen der Blutgefässwandung, und andere noch nicht abschliessbare Untersuchungen sollen nachfolgen. (Ausführliche Publication erfolgt in der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaften.)

Herr Prof. Haeckel hält einen Vortrag über die Phylogenie und das System der Medusen.

#### 12. Sitzung vom 3. August 1877.

Herr Prof. Abbe spricht:

1) über die praktische Bedeutung der Farben dünner Blättchen.

2) über ein neues Saccharimeter.

Herr Prof. Oehmichen macht Mittheilungen über 2 neue Kartoffelfeinde: *Acocephalus bifasciatus* und *Forda formicaria*.

#### 13. Sitzung vom 9. November 1877.

Herr Prof. Strasburger theilt seine neuen Untersuchungen über die Befruchtung der Pflanzen mit.

Herr Hofrath E. Schmid bespricht die Temperatur-Beobachtungen im Gotthard-Tunnel und im Bohrloch von Sperenberg.

#### 14. Sitzung vom 23. November 1877.

Herr Dr. W. Detmer theilt mit:

##### Physiologische Untersuchungen über den Keimungsprocess.

Die Ausführung der Untersuchungen, über deren Resultate alsbald ausführlich berichtet werden soll, bezweckte namentlich, unsere Kenntniss über den Quellungsprocess und über die bei der Keimung der Saamen sich geltend machenden Stoffwechselvorgänge etwas zu erweitern. Als Untersuchungsobjecte dienten die Samen von *Pisum sativum*.

Wenn Erbsensamen mit Wasser in Berührung gebracht werden, so erfahren sie eine bedeutende Volumenzunahme. Diese Volumenzunahme entspricht aber nicht genau, wie mit Hilfe einer hier nicht weiter zu beschreibenden Methode nachgewiesen



werden kann, dem Volumen des aufgenommenen Wassers; vielmehr ist dieselbe beträchtlich grösser. Diese Erscheinung lässt sich, wie auf experimentellem Wege festgestellt werden konnte, auf ein eigenthümliches Verhalten der Testa und der inneren Theile der Erbsensamen bei der Quellung zurückführen.

Der Vortragende hat bei der Ausführung seiner Beobachtungen ferner constatiren können, das bereits während der ersten Quellungsstadien der Erbsen, indem die Samen Wasser verdichten, Wärme frei wird, dass die Samen Wasser von höherer Temperatur schneller aufnehmen als solches von niedriger Temperatur, und dass ein Gehalt des Quellungsmediums an gelösten Stoffen die Flüssigkeitsaufnahme seitens der Samen verlangsamt.

Die Untersuchungen über die Processe des Stoffwechsels bei der Keimung der Samen von *Pisum* führten namentlich zu den folgenden Resultaten:

1) Verläuft die Keimung der Erbsen durchaus normal, so hauchen die Untersuchungsobjecte kein Ammoniak aus.

2) Die Stoffwechselprocesse in der keimenden Erbse verlaufen in ganz derselben Weise, wenn die Untersuchungsobjecte unter dem Einflusse verschiedener Temperaturen denselben Trockensubstanzverlust und denselben Grad der Evolution erfahren.

3) Während der ersten Keimungsstadien der Erbse ist das Verhältniss zwischen der verschwundenen Trockensubstanzmenge und der Amylum- und Dextrinquantität, welche einer tiefgreifenden chemischen Zersetzung unterliegt, ein durchaus constantes.

4) Während des allerersten Keimungsstadiums der Erbse erfährt ein beträchtlicher Theil des Amylums, ohne tiefgreifende Zersetzungen zu erleiden, eine Metamorphose in chemisch noch nicht genügend bekannten Substanzen.

5) Das Verhältniss zwischen den bei der Keimung von *Pisum* während der ersten Stadien der Entwicklung des Embryo zersetzten Stärke- sowie Dextrinmenge und der in Form von Kohlensäure ausgetretenen Kohlenstoffquantität ist ein ziemlich constantes.

6) Der Methylaldehyd oder eine polymere Modification desselben scheint, wie bereits Sachsse angiebt, bei der Keimung amyllumreicher Samen eine wichtige Rolle zu spielen.

7) Wenn Erbsenkeimlinge unter dem Einflusse verschiedener Temperaturen (18—19 und 22—23°C.) in verschieden langer Zeit den nämlichen Grad der Evolution erreicht haben, so ist auch in jedem Falle dieselbe Trockensubstanzmenge zum Opfer gefallen.

8) Substanzen der Testa betheiligen sich höchstens in sehr untergeordnetem Grade an den Stoffwechselprocessen bei der Keimung der Samen.

9) Die Samen- und Keimungsproducte von *Pisum* enthalten Dextrinarten, die sich in Berührung mit Jod gelb oder roth färben.

10) Das Dextrin ist nicht im Stande, in der Pflanze von Zelle zu Zelle zu wandern; es müssen deshalb anderweitige Substanzen die Translocation des Amylums im vegetabilischen Organismus vermitteln.

Herr Prof. Schwalbe hielt einen Vortrag über die Bildung der Epiphysen in der Wirbelthier-Reihe.

#### 15. Sitzung vom 15. December 1877.

Herr Hofr. W. Müller bespricht einen Schädel mit Ankylose des rechten Kiefergelenks und ein difformes Becken.

Herr Prof. Haeckel demonstriert die von ihm in Korfu gesammelten mit Deckel versehenen Röhren der Tapezierspinnen, *Cteniza caementaria*.

Derselbe zeigt ferner ein Exemplar von *Ceratodus* und redet über die Organisationsverhältnisse und die Stellung der Dipneusten.

---

#### Nachtrag zur Sitzung vom 6. Juli 1877.

Herr Professor Schwalbe hielt einen Vortrag:

#### Ueber das postembryonale Knochenwachsthum.

In einer früheren Arbeit über die Ernährungscanäle der Knochen und das Knochenwachsthum (Zeitschr. f. Anatomie und Entwicklungsgeschichte Bd. I, S. 320 ff.) hatte der Vortragende darauf aufmerksam gemacht, dass nach der Geburt beim Menschen eine rasche Abnahme des Dickenwachsthums im Verhältniss zum Längenwachsthum nachzuweisen sei und durch Constructionen gezeigt, wie dies eine rasche Zunahme der schiefen Richtung der Ernährungscanäle bedingen müsse. Weiter fortgesetzte Untersuchungen und genaue Messungen haben nicht nur diese Angaben vollkommen sicher gestellt, sondern auch das überraschende Ergebniss geliefert, dass überhaupt vom 9. Lebensmonate resp. 1. Lebensjahre an bis zum 4. oder 5. Lebens-

jahre beim Menschen von Seiten des Periosts nur minimale Mengen von Knochensubstanz apponirt werden, ein erhebliches Dickenwachsthum der Röhrenknochen (Femur, Tibia, Humerus) nicht statt findet. Gemessen wurde auf Querschnitten durch die vom Vortragenden am citirten Orte nachgewiesene neutrale Zone sowohl der Dicken- als auch der Durchmesser des ganzen Knochens in den verschiedensten Richtungen, als auch der Durchmesser der Markhöhle und der Compacta. Am sorgfältigsten wurde das Femur untersucht, von welchem dem Vortragenden innerhalb der Zeit vom 9. Lebensmonate bis zum 4. Jahre 17 verschiedene Altersstadien zur Disposition standen, deren Diaphysenlängen zwischen 111 Mm. (9 Monate) und 178 Mm. (4 Jahre) lagen. Während also die Länge des Knochens in der bezeichneten Zeit eine Zunahme von mehr denn 50 Procent erkennen liess, schwankte die Dicke des ganzen Knochens in der neutralen Zone (Mittel aus transversalem und sagittalem Dicken- und Markdurchmesser) nur zwischen 10 und 13 Mm., wobei aber die höchsten Zahlen sich in sehr ungleicher Weise über die verschiedenen Altersstufen entsprechend individuellen Verschiedenheiten vertheilten, keineswegs die höheren Zahlen dem vorgeschritteneren Alter entsprachen. So waren beispielsweise die Femora dreier verschiedener dreijähriger Individuen 10,5, resp. 11,5, resp. 13 Mm. dick, während das Femur eines 4 Jahre alten Kindes von 178 Mm. Länge mit 10,75 Mm. Dicke kaum die Dicke (10 Mm.) eines neunmonatlichen Femur mit 111 Mm. Länge übertraf. Es dürfte nach diesen Messungsergebnissen, die an anderer Stelle vollständig mitgetheilt werden sollen, feststehen, dass in der Zeit vom 9. Lebensmonate bis zum 4. Lebensjahre nur ein minimales Dickenwachsthum des Knochens statt findet.

In Betreff des Verhältnisses der Markhöhle zum Durchmesser der Compacta ergaben die ebenfalls am menschlichen Femur angestellten Messungen, dass der Durchmesser der Markhöhle vor der bezeichneten Zeit (111 Mm. Diaphysenlänge) continuirlich zunimmt, der Art, dass sie, bei der Geburt 2 Mm. betragend, rasch auf 6 Mm. anwächst (bei 111 Mm. Diaphysenlänge), dann zunächst nahezu constant bleibt, bis in der letzten Zeit (4 Jahre, 178 Mm. Diaphysenlänge) wieder ein Fortschreiten der Ausweitung auf 7,5 Mm. auftritt. Daraus folgt, dass, da ja die gesammte Dicke des Knochens nahezu unverändert geblieben ist, die compacte Substanz in einem älteren Stadium (4 Jahre) dünner ist, als in einem jüngeren (3 Jahre).

Eine Berechnung des Volums der Compacta nach einer an einem anderen Orte ausführlich mitzutheilenden Methode ergab dem entsprechend, dass das Gesamtvolum des als periostal bezeichneten Knochenmantels der Diaphyse bei vierjährigen Individuen geringer ist als bei dreijährigen. Bei ersteren betrug das berechnete Volum 5886 Kubik-Millimeter, bei 3 dreijährigen Individuen 6202 bis 6964 Kubik-Millimeter. Es ist damit das Vorkommen einer physiologischen Knochenresorption zweifellos erwiesen. — Vom 4. Lebensjahre an bis zur Vollendung des Wachstums nimmt die Dicke der Compacta wieder zu und zwar im Allgemeinen rascher wie die Ausweitung der Markhöhle.

Der Vortragende untersuchte ferner die inneren Veränderungen, welche der Knochenmantel der Diaphyse menschlicher Röhrenknochen von der Zeit der Geburt an bis zur Vollendung des Wachstums durchmacht und bestätigte zunächst, die durch die Arbeiten von Tomes und de Morgan<sup>1)</sup>, von v. Ebner<sup>2)</sup> und Aeby<sup>3)</sup> ermittelte Thatsache, dass der Knochen des Neugeborenen aus einer ganz anderen Form des Knochengewebes besteht, als der des Erwachsenen. Wie Aeby, fand der Vortragende für die Knochen des Menschen (ferner des Hundes, Kaninchens) eine bestimmte Zeit, innerhalb welcher die eine Structur in die andere übergeht.

Beim Menschen geschieht dies auf folgende Weise: In der ersten Zeit nach der Geburt bis etwa zum 6. Monat (Diaphysenlänge des Femur 95 Mm.) wächst der Knochen nach embryonalem Modus vom Periost aus weiter: das Knochengewebe besitzt wie vor der Geburt den Bau des von Ebner als geflechtartig bezeichneten, und zeigt die Anordnung auf Querschnitten, wie sie aus den Arbeiten über embryonale Knochenbildung sowie aus der Darstellung des Vortragenden<sup>4)</sup> bekannt ist. Vom 6. Lebensmonat an beginnt unter gleichzeitiger allgemeiner Vergrößerung der Markhöhle zunächst in den inneren der Markhöhle benachbarten Theilen des Knochens und von da allmählich nach aussen

---

<sup>1)</sup> Observations on the structure and development of bone. Philosophical transactions. Vol. 143, Part I, p. 109 ff. 1853.

<sup>2)</sup> Ueber den feineren Bau der Knochensubstanz. Sitzungsberichte der Wiener Akademie, III. Abth. Juli-Heft 1875.

<sup>3)</sup> Ueber Knochenwachsthum. Bericht über die Naturforscherversammlung in Hamburg, S. 126.

<sup>4)</sup> l. c., p. 334, Fig. 15.

vorschreitend eine Ausweitung der Gefässräume, eine Umwandlung der Gefässcanäle in weite, schon mit blossen Auge sichtbare Havers'sche Räume in Folge einer Resorption von Knochensubstanz. Man kann dies Entwicklungsstadium als Stadium der Osteoporose bezeichnen. Die Osteoporose ergreift zunächst meist nur die innere Hälfte oder die inneren 2 Drittheile der Knochenrinde, kann aber auch, wahrscheinlich unter der Einwirkung krankhafter Verhältnisse, die ganze Rinde ergreifen, sodass nun dieselbe aus einem weiten Gefässräume begrenzenden Netze von Knochenbalken von der Textur des geflechtartigen Knochengewebes besteht. Zu einer so vollständigen Auflockerung der Compacta kommt es aber selten. Gewöhnlich beginnt schon, bevor die Osteoporose die Hälfte der Rinde erreicht hat, die erste Bildung des lamellären Knochengewebes und zwar zuerst in den inneren osteoporotischen Theilen, die Festigkeit des gelockerten Knochens wieder herstellend. Diese Bildung des lamellären Knochens erfolgt als Ablagerung auf die der Markhöhle zugekehrten Knochenbälkchen von Seiten des Markes, sowie auf die innere Oberfläche der durch Resorption geschaffenen Havers'schen Räume. In ersterem Falle entstehen, allerdings später wieder in Folge der weiterfortschreitenden Ausweitung der Markhöhle der Resorption anheimfallende, innere Grundlamellen, während die Ablagerungen in den Havers'schen Räumen die Havers'schen Lamellensysteme liefern. Auch in den äusseren Theilen der Rinde bilden sich nun Havers'sche Räume; diese füllen sich später mit Havers'schen Lamellen an und so wird allmählich die ganze Knochenrinde von lamellärer Substanz durchsetzt; nur dünne Reste von Knochenbälkchen fötaler Textur haben sich zwischen den lamellären Neubildungen erhalten. Schon bei zweijährigen Kindern pflegt die lamelläre Knochensubstanz das ganze Querschnittsfeld zu beherrschen. Es folgt also als ein drittes Stadium auf das osteoporotische das Stadium der Anlagerung lamellärer Substanz.

Da der Knochen während dieser ganzen Zeit kaum an Dicke zunimmt, die Knochenlamellen überdies zuerst innen auftreten und erst allmählich bis zur periostalen Oberfläche hin sich bilden, so folgt daraus, dass dem Periost an der Bildung der lamellären Knochensubstanz bis zum vollendeten 4. Lebensjahre kein wesentlicher Antheil zukommt. Das Periost bildet vielmehr zu dieser Zeit anfangs nur Spuren geflechtartiger Knochensubstanz, später auch wohl lamelläre Substanz

in sehr geringer Dicke an. Erst vom 4. Jahre an nimmt die Thätigkeit des Periosts wieder zu und liefert nun, abgesehen von den durch Aeby's Mittheilungen bekannt gewordenen Stellen, (Muskelkanten und Muskellinien), an denen auch später geflechtartiges Knochengewebe apponirt wird, zunächst Grundlamellen. Der Querschnitt durch das Femur eines 8 Jahre alten Kindes zeigt sich nämlich in seinem inneren Theil wie der eines 4jährigen im Wesentlichen aus Havers'schen Lamellensystemen aufgebaut, in seinem äusseren Theile dagegen fast ausschliesslich aus Grundlamellen, die da, wo Gefässe im Periost lagen, einfach an diesen unter leichten Ausbiegungen vorbei ziehen, wo Gefässe senkrecht zur Oberfläche gerichtet waren, ebenfalls dieselben innig umschliessen, sodass alle diese Gefässe die periostalen Grundlamellen zu durchbrechen scheinen, als seien sie secundär in die Knochensubstanz hineingewachsen<sup>1)</sup>, während sie doch einfach in die Knochensubstanz eingeschlossen sind, welche von der inneren Oberfläche des Periosts angebildet wurde. So entstehen die sog. perforirenden Gefässe ohne Special-Lamellensysteme. In den periostalen Grundlamellen bilden sich nun wieder innen zuerst Havers'sche Räume, in denen dann Havers'sche Lamellensysteme entstehen, sodass später umfassende periostale Grundlamellen nur an der Oberfläche des Knochens gefunden werden, während die inneren, durch die Havers'schen Systeme unterbrochen, ebenso wie Theile dieser letzteren als Schaltlamellen erscheinen.

Der Vortragende möchte aus Allem folgende Schlussfolgerungen ziehen: 1) die Havers'schen Lamellensysteme bilden sich nur in den durch Resorption entstandenen Räumen; 2) die Grundlamellen entstehen nur vom Periost oder Mark aus auf der äusseren oder inneren Oberfläche des Knochens; 3) die Schaltlamellen sind Theile ehemaliger Grund- oder Havers'scher Lamellen; 4) das Periost liefert vom 4. Lebensjahre an, abgesehen von den Muskelkanten und Muskellinien (Aeby), nur Grundlamellen, früher fötales Knochengewebe und ist in der Zeit vom 9. Lebensmonat bis zum 4. Lebensjahre überhaupt sehr wenig thätig.

Der Vortragende bemerkt noch, dass die Zeitangaben wegen der ausserordentlichen Variabilität keine festen sein können; wie dem aber auch sei: die 3 beschriebenen Stadien der Knochen-

---

<sup>1)</sup> Dieser von Volkmann aufgestellten Ansicht ist auch v. Ebner, l. c., p. 61.

bildung, das fötale, osteoporotische und lamelläre, folgen in der beschriebenen Weise aufeinander.

Hervorzuheben ist noch die auffallende Uebereinstimmung, welche im zeitlichen Auftreten des osteoporotischen Stadiums und der Rachitis besteht. Letztere betrifft ja auch in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle das Alter vom 6. Lebensmonat bis zum 2. Lebensjahre. Eine Untersuchung rachitischer Knochen ergab, dass hier 1) eine unvollständige Ausfüllung der osteoporotischen Rinde mit lamellärer Substanz vorhanden ist, 2) eine neue Auflagerung auf der alten Rinde, ausgehend von der osteogenen Schicht des Periosts vorkommt, die den Charakter fötalen Knochengewebes trägt, keine Spur von Lamellen zeigt, den Neubildungen gleicht, wie sie z. B. bei Knochenentzündung in Form netzförmig verbundener Knochenbälkchen zwischen Periost und Knochen sich einstellt.<sup>1)</sup> Bei der Rachitis schreitet also gewissermassen die periostale Knochenbildung nach embryonalem oder entzündlichem Typus vor, während die Umbildung der bereits gebildeten Rinde in lamellären Knochen nur langsam und unvollständig erfolgt.

Schliesslich ist noch darauf aufmerksam zu machen, dass die im Vorstehenden mitgetheilten Thatsachen recht gut sich im Einklang befinden mit den Untersuchungen von Lieberkühn und Bermann<sup>2)</sup>, angestellt an den Knochen mit Krapp gefütterter Thiere, dass sie hingegen den Ansichten von Maas<sup>3)</sup>, denen zu Folge die Annahme einer Thätigkeit des Markes bei der Knochenbildung auszuschliessen sei, nicht günstig sind.

---

<sup>1)</sup> Vergl. F. Busch, Die Knochenbildung und Resorption beim wachsenden und entzündeten Knochen. v. Langenbeck's Archiv Bd. XXI, Heft 1.

<sup>2)</sup> Ueber Resorption der Knochensubstanz. Abhandl. der Senckenb. naturf. Gesellsch. XI. Bd. 68 Seiten. 4<sup>o</sup>. 8 Tafeln.

<sup>3)</sup> Ueber das Wachsthum und die Regeneration der Röhrenknochen mit besonderer Berücksichtigung der Callusbildung. v. Langenbeck's Archiv für klinische Chirurgie. Bd. XX, Heft 4.



# Ueber die Individualität des Thierkörpers.

Von

**Ernst Haeckel.**

Die morphologische Erkenntniss des Thierkörpers ist in erster Linie von der richtigen Beurtheilung seiner Individualität abhängig. Die Individualitätslehre wird daher den ersten Theil jeder animalen Morphologie bilden, welche über die rein empirische Kenntniss der zahllosen Form-Erscheinungen sich zu einer wahrhaft philosophischen Erkenntniss ihrer Bildungsgesetze erheben will. Von dieser Ueberzeugung durchdrungen habe ich im ersten Bande meiner „Generellen Morphologie“ (1866) die „generelle Tectologie oder allgemeine Structurlehre der Organismen“ als „ersten Theil der allgemeinen Anatomie“ zu begründen versucht. (Bd. I, S. 239—374.) Die Grundvorstellung, auf welcher die dasselbst entwickelte Individualitätslehre beruht, fasste ich in dem Satze zusammen: „Wir werden erstens genau und scharf zu unterscheiden haben zwischen der morphologischen und der physiologischen Individualität des Organismus, und wir werden zweitens sorgfältig die Individualitäten verschiedener Kategorien zu sondern haben, aus denen sich der ganze Organismus zusammensetzt“ (l. c., p. 265). Das morphologische Individuum oder die organische Formeinheit („Morphon“) zerfällt in sechs verschiedene subordinirte Kategorien oder Ordnungen von Individuen, nämlich: 1) Plastide, 2) Organ, 3) Antimer, 4) Metamer, 5) Person, 6) Cormus. Jede von diesen sechs Stufen oder Ordnungen der Individualität erscheint in bestimmten Organismen als physiologisches Individuum oder als organische Lebenseinheit („Bion“). Auf den niedersten Stufen des Thierlebens (wie des Pflanzenlebens), bei den einzelligen Organismen, fällt morphologische und physiologische Individualität zusammen; jedes Bion

ist zugleich ein Morphon; die isolirte selbständig bleibende Zelle ist gleichzeitig ein organisches „Individuum“ durch seine Form-einheit wie durch seine Lebenseinheit, ein wahrer „Elementar-Organismus“. Ganz anders bei den übrigen, aus zwei oder mehreren Zellen zusammengesetzten Organismen, wo die Zellen nur ihre morphologische Selbständigkeit beibehalten, ihre physiologische dagegen mehr oder minder zu Gunsten des höheren Ganzen, des „Zellenstaates“ aufgeben, als dessen „Staatsbürger“ sie thätig sind.

Zu einer angemessenen Berichtigung, Ergänzung und Vereinfachung der in der „Generellen Morphologie“ dargelegten tectologischen Principien wurde ich durch das Studium der Calcispongien geführt. Diese Thiere, wie die Spongien überhaupt, fördern durch die mannichfaltigen und verwickelten Erscheinungen ihrer Individualität ganz besonders zu einer tiefer gehenden tectologischen Untersuchung auf. Die Resultate, zu denen ich dabei gelangte, sind in meiner Monographie der Kalkschwämme mitgetheilt worden (Bd. I, S. 89—125). Indem ich durch die Erkenntniss der Gastrula zu einer schärferen Begriffsbestimmung der „Person“ gelangte, wurde es möglich, Antimeren und Metameren als untergeordnete Individualitätsstufen unter die Kategorie der Idorgane zu bringen, und so die Zahl der Hauptstufen der thierischen Individualität auf vier zu reduciren, nämlich: 1) Plastiden, 2) Idorgane, 3) Personen, 4) Stöcke (l. c., p. 103). Eine weitere Fortführung der daselbst mitgetheilten Untersuchungen hat mich von der Richtigkeit dieser vier Kategorien noch mehr überzeugt, zugleich aber zu einer schärferen Feststellung der Begriffe geführt, deren Resultate ich hier kurz darlegen will. Zwar weiss ich wohl, wie wenig die meisten Zoologen der Gegenwart, durch die concrete Beobachtung der reichen Erscheinungswelt gefesselt, zu solchen abstracten Reflexionen geneigt sind. Auf der andern Seite aber dürfen sich diese letzteren mit um so grösserem Rechte geltend machen, je weniger sich die nackte Empirie fähig zeigt, die wichtige philosophische Aufgabe, welche hier vorliegt, zu bewältigen. Ein Blick in die bekanntesten Lehr- und Hand Bücher genügt, um sich davon zu überzeugen. Da werden bald die Zellen, bald die Organe, bald die Personen, bald die Stöcke als die „eentlichen Individuen“ aufgeführt; und dann wird wieder gezeigt, wie ein solches „eentliches Individuum“ aus zahlreichen „eentlichen Individuen“ zusammengesetzt ist. Wir brauchen bloß an die verschiedene Auffassung zu erinnern, welche das

„eigentliche Individuum“ in den Gruppen der Spongien, Korallen, Siphonophoren, Cestoden, Bryozoen u. s. w. erfahren hat. Die auffallenden Widersprüche, welche darüber auch heute noch fortbestehen, werden nimmermehr durch neue „exakte Beobachtungen“ gelöst werden, sondern nur durch umsichtige Reflexion, welche das Wesentliche in den mannichfaltigen Erscheinungen von dem Zufälligen scheidet und vor Allem den tectologischen Grundbegriffen einen klaren Inhalt und festen Umfang gibt.

### Plastiden, Cytoden und Zellen.

Der Begriff der „Plastide“ (oder „Bildnerinn“), welchen ich in der generellen Morphologie (Bd. I, S. 269—289) zuerst begründet habe, bezeichnet die organische Einheit der niedersten Stufe, das „morphologische Individuum erster Ordnung“. Die Plastide erscheint heute als umfassende und allgemeine Bezeichnung aller „Elementar-Organismen“ um so mehr berechtigt, je weniger der Begriff der „Zelle“, auch nach den neuesten Reformen der Zellentheorie, im Stande ist, sich auf alle Formen des „Elementar-Organismus“ anwenden zu lassen. Solche einfachste Organismen, wie die Moneren, die Vibrionen, die „Plasmodien“ der Myxomyceten, nennt Niemand „Zellen“, und doch sind sie ebenso gut wahre „Elementar-Organismen“, ebenso gut „physiologische und morphologische Individuen“, wie die echten Zellen, die Jeder als solche anerkennt.

Der Begriff der echten „Zelle“ ist freilich auch noch keineswegs zu einer allgemein anerkannten Feststellung gelangt; und namentlich gehen die Ansichten der Zoologen und Botaniker über Inhalt und Umfang desselben oft noch weit auseinander, wie eine Vergleichung der bekanntesten Lehrbücher zeigt. Indessen kommen die meisten Histologen doch immer mehr in der Ansicht überein, dass für den Zellenbegriff die Zusammensetzung aus zwei verschiedenen Hauptbestandtheilen: Nucleus und Protoplasma, als allein wesentlich festzuhalten ist. Sicher ist auch diese Umschreibung des Zellen-Begriffs die einzige, welche eine allgemeine Anwendung desselben ermöglicht und somit der neuerdings wieder scharf angegriffenen Zellen-Theorie ihre wohlverdiente Herrschaft bleibend sichert.

Aber gerade wenn wir diese Begriffsbestimmung streng festhalten, müssen wir nothgedrungen für diejenigen Elementar-Organismen, welche des Kerns entbehren, für die sogenannten

„kernlosen Zellen“ einen selbständigen, der echten, kernhaltigen „Zelle“ coordinirten Terminus feststellen, und dieser ist die *Cytode* (Gener. Morphol. Bd. I, S. 270). Die sorgfältigen histologischen Untersuchungen der neuesten Zeit haben die fundamentale Bedeutung des Nucleus für das Leben der Zelle in das hellste Licht gestellt; und gerade angesichts dieser Resultate erscheint es doppelt nothwendig, die kernlosen Cytoden von den kernhaltigen Zellen bestimmt zu trennen. Cytoden und Zellen sind zwei wesentlich verschiedene Erscheinungsweisen des „Elementar-Organismus“.

Eine vergleichende und namentlich genetische Betrachtung aller der verschiedenen kernlosen Plastiden, die wir unter dem Begriffe der Cytoden vereinigen, lässt es wünschenswerth erscheinen, zwei Hauptgruppen unter denselben zu unterscheiden. Denn der Kernmangel der Cytoden ist bald ein primärer, ursprünglicher; bald ein secundärer, erworbener; in beiden Fällen hat er natürlich eine ganz verschiedene Bedeutung. Solche Cytoden, die überhaupt niemals einen Kern besaßen, können wir primäre Cytoden — oder mit einem Worte „*Eucytoden*“ nennen; solche Cytoden hingegen, die einen Kern besaßen, ihn aber verloren haben, secundäre Cytoden oder „*Dyscytoden*“.

*Eucytoden* oder „primäre Cytoden“ finden sich fast ausschliesslich im Protisten-Reiche vor, dagegen — von der nachher zu besprechenden Monerula abgesehen — niemals bei echten Thieren und Pflanzen. Denn bei diesen letzteren ist es ja immer eine echte, kernhaltige Zelle (Eizelle, Spermazelle, Stammzelle), welche dem individuellen Organismus den Ursprung gibt, und alle Plastiden, welche später denselben zusammensetzen, sind Descendenten jener einen Zelle, durch wiederholte Theilung aus derselben hervorgegangen. Bei den Protisten hingegen treffen wir echte *Eucytoden* an, kernlose Plastiden, deren Kernmangel ursprünglich ist. Solche *Eucytoden* sind vor Allem die Moneren, jene höchst einfachen Organismen, deren ganzer Leib zeitlebens nur aus Protoplasma, oder richtiger aus *Plasson* besteht; denn da eben die Differenz zwischen Nucleus und Protoplasma in ihrem homogenen Körper noch nicht besteht, müssen wir annehmen, dass die structurlose eiweissartige Substanz desselben eine chemische Verbindung (oder ein Gemenge solcher Verbindungen) darstellt, welche die physiologischen Eigenschaften des Nucleus und des Protoplasma in sich vereinigt: Erst durch jenen ältesten und wichtigsten Differenzirungs-Process des Plastiden-Körpers, welcher dem cen-

tralen und peripherischen Plasson verschiedene physiologische Functionen zutheilte, entstanden Nucleus und Protoplasma (Monogr. der Kalkschwämme, Bd. I, S. 105).

Ausser den bekannten grösseren Moneren-Formen, welche ich in meiner „Monographie der Moneren“ (Biologische Studien, I. Heft, 1870) beschrieben habe: *Protamoeba*, *Protogenes*, *Vampyrella*, *Protomyxa* etc. dürften wohl auch die *Vibrionen* oder *Bakterien* (im weiteren Sinne) als echte Moneren zu betrachten sein. Denn auch bei diesen merkwürdigen Protisten, deren hohe biologische Bedeutung (als wichtigste Infections-Elemente und Nosophoren) immer heller in ihr wahres Licht tritt, ist es bisher noch keinem Beobachter gelungen, irgend eine morphologische Zusammensetzung des homogenen Körpers nachzuweisen. Der Kern fehlt ihnen ebenso allgemein, wie jenen grösseren Moneren, und demnach dürfte auch ihr Leib blos aus Plasson bestehen; höchstens ist noch eine zarte Hülle an dessen Oberfläche ausgeschieden. Wenn auch die Zahl der verschiedenen kleinsten Lebensformen, die man als „Genera und Species“ von Moneren unterscheiden kann, immer im Ganzen noch gering ist, so dürfen sie doch unbedingt die grösste Bedeutung für die wichtigsten Fragen der allgemeinen Biologie beanspruchen: vor Allem für die Frage von der „Urzeugung“ im Sinne der Archigonie; denn die ersten Organismen, welche im Laufe der Planeten-Entwicklung aus organischen Kohlenstoff-Verbindungen entstanden, können nur Moneren gewesen sein.

Ganz allgemein ist die Cytode, und zwar die echte Eucytode, als fundamentales Form-Element in der Klasse der Pilze (*Fungi*) verbreitet. Denn bei keinem echten Pilze ist bisher noch ein wirklicher Zellkern irgendwo nachgewiesen worden. Vielmehr ist das charakteristische Elementar-Individuum, aus dem sich der Körper aller Pilze aufbaut, die sogenannte *Hyphe*, eine kernlose Plastide, also eine wahre Cytode. Diese wichtige histologische Thatsache dürfte neben vielen anderen dafür sprechen, die Pilze aus dem Pflanzenreich in das Protistenreich zu versetzen.

Wie weit Eucytoden im Protisten-Reiche ausserhalb der echten Moneren-Klasse und der formenreichen Pilzklasse noch verbreitet sind, bedarf weiterer Feststellung. Sicher ist es, dass echte Eucytoden als Jugendformen (oder Keime) bei verschiedenen Protisten sich finden, deren Plastiden-Leib später durch Differenzirung vom Kern und Protoplasma den Formwerth einer echten Zelle erhält. So ist namentlich die junge *Gregarine*, welche aus der *Pseudonavicelle* ausschlüpft, eine echte Cytode, ohne Spur von

Kern; erst später differenzirt sich ihr Plasma-Leib in Nucleus und Protoplasma, und wird so zur echten Zelle. Auch bei vielen Rhizopoden scheint der Keim (oder die „Spore“) zuerst eine kernlose Cytode zu sein und erst später durch Bildung eines Kerns sich in eine Zelle zu verwandeln.

Ebenfalls noch weiterer Untersuchung bedürftig ist die „Monerula“ der Metazoen, wie wir den kernlosen Zustand des Metazoen-Keimes genannt haben, aus dem sich durch Neubildung eines Kernes die „Cytula oder Stammzelle“ entwickelt (Anthropogenie, III. Aufl. S. 146 — 150). Denn trotz der zahlreichen und höchst sorgfältigen Untersuchungen über die Befruchtung des thierischen Eies, die wir in neuester Zeit erhalten haben, ist die Controverse noch nicht entschieden, ob überall bei der Befruchtung (vor, während oder nach derselben) die beiden Kerne der copulirenden Eizelle und Spermazelle verschwinden oder nicht. Wenn ersteres der Fall ist und der Kern der Cytula oder der „ersten Furchungszelle“ eine wahre Neubildung ist, dann müssen wir ein Monerula-Stadium vor dem Cytula-Stadium annehmen; der Metazoen-Organismus beginnt dann seine individuelle Existenz als eine Eucytode, und diese Eucytode, die Monerula, ist nach unserem biogenetischen Grundgesetze als die ontogenetische Wiederholung der phylogenetischen Moneren-Stammform zu deuten (Anthropogenie, III. Aufl. S. 417).

Dyscytoden oder secundäre Cytoden, also Plastiden, deren Kernmangel erworben, nicht ursprünglich ist, finden sich im Thierreich, Pflanzenreich und Protistenreich sehr verbreitet vor. Dahin gehören z. B. die rothen Blutkörperchen und verhornten Epidermisschüppchen der Säugethiere, überhaupt alle jene älteren „Zellen, welche ihren Kern verloren haben“.

### Organe, Idorgane und Biorgane.

Als zweite Hauptstufe der thierischen Individualität habe ich in meiner Monographie der Kalkschwämme das Idorgan hingestellt. (Bd. I, S. 109). Dieser Begriff hat einen viel weiteren Umfang und einen klaren bestimmten Inhalt, als derjenige des „morphologischen Organs“, welchen ich in der generellen Morphologie (Bd. I, S. 289 — 303) als das „morphologische Individuum zweiter Ordnung“ zu definiren versucht hatte. Denn dem letzteren schlossen sich die Antimeren und Metameren als coordinirte Hauptstufen (dritter und vierter Ordnung) an, während diese jetzt nur

als subordinirte Kategorien des Idorganes auftreten. Wir verstehen demnach jetzt unter Idorgan jede morphologische Einheit, welche aus zwei oder mehreren Plastiden besteht, und welche nicht die positiven Charaktere der Person (und noch weniger natürlich des Stockes) besitzt.

Dem gewöhnlichen Sprachgebrauche nach deckt sich allerdings der Begriff des Organs (in morphologischem Sinne) mit demjenigen des Idorganes. Aber der erstere ist ganz unbestimmt und allgemein, und namentlich deshalb nicht ausreichend, weil er noch viel häufiger in physiologischem Sinne gebraucht wird. In diesem Sinne nennt man z. B. die Geißel einer Geißelzelle, die Nesselkapsel einer Nesselzelle, den Kern jeder Zelle: ein Organ der Zelle. Diese Theile sind aber nur Biorgane, nicht Idorgane; denn für den Begriff der letzteren ist die Zusammensetzung aus einer Mehrheit von Plastiden unerlässlich. Andererseits nennt man z. B. die einzelnen medusoiden oder polypoiden Stücke des Siphonoren-Stockes, die Arbeiter des Bienen-Staates „Organe“ desselben; in Wahrheit sind sie Personen, die eine höhere Stufe der morphologischen Individualität repraesentiren; auch sie sind Biorgane, aber keine Idorgane.

Die höchst mannichfaltigen Formen und Ausbildungsstufen der Idorgane lassen sich nach sehr verschiedenen Gesichtspunkten classificiren. Die einfachste Eintheilung von rein morphologischem Gesichtspunkte aus ist vielleicht diejenige, welche ich in der Monographie der Kalkschwämme vorgeschlagen habe (Bd. I, S. 110 — 112). Als zwei Hauptgruppen von Idorganen wären demnach zunächst Homoeorgane und Alloeoorgane zu unterscheiden. Homoeorgane oder homoplastische Organe sind solche, welche nur aus einer Plastiden-Art bestehen (gleichartige Plastiden-Aggregate oder Plastiden-Fusionen). Alloeoorgane oder alloplastische Organe hingegen sind solche, welche aus zwei oder mehreren Arten von Plastiden zusammengesetzt sind. Unter diesen können wieder als Hauptgruppen Idomeren, Antimeren und Metameren unterschieden werden (l. c., p. 111).

### Antimeren und Parameren.

Einer wesentlichen Berichtigung und schärferen Begrenzung bedarf der Begriff der Antimeren und Parameren. In der generellen Morphologie (Bd. I, S. 303—312) hatte ich die „Antimeren oder Gegenstücke“ als morphologische Individuen dritter Ordnung



aufgeführt, als „homotypische Theile“. Ich verstand darunter „diejenigen neben (nicht hinter) einander liegenden Körperabschnitte (oder Segmente), welche als gleichwerthige Organcomplexe alle oder fast alle wesentlichen Körpertheile der Species in der Art zusammengesetzt enthalten, dass jedes Antimer die wesentlichsten Eigenschaften der Species als Organ-Complex repräsentirt, und dass nur noch die Zahl der Antimeren als das die Species bestimmende Element hinzutritt. Bei den meisten höheren, sogenannten „bilateral-symmetrischen“ Thieren bestünde demnach der Körper nur aus zwei Antimeren, den beiden Körperhälften nämlich, welche in der Median-Ebene zusammenstossen, und von denen die eine das Spiegelbild der anderen darstellt; so bei den Vertebraten, Articulaten, Mollusken, Würmern. Die rechte Körperhälfte enthält hier überall ursprünglich dieselben Organe, in relativ gleicher, aber in absolut entgegengesetzter Lagerung — das rechte Antimer ist dem linken „symmetrisch gleich“, wie das Spiegelbild dem gespiegelten Object. Bei den sogenannten „Strahlthieren“ dagegen sollte, wie ich damals annahm, der Körper aus so viel Antimeren zusammengesetzt sein, als „Strahlen“, d. h. Kreuzaxen vorhanden seien. Demnach würden die meisten Medusen und die Rugosen-Korallen vier, die meisten Echinodermen fünf, die meisten Korallen (Hexakorallen) sechs, die Octokorallen acht Antimeren besitzen.

Eine nähere Untersuchung dieser tectologischen Verhältnisse ergibt aber nun, dass jene Vergleichung falsch ist und dass wir z. B. nicht die beiden Antimeren eines Wirbelthieres oder Wurmes mit den fünf Antimeren des fünfstrahligen Asteriden oder Echiniden vergleichen können. Vielmehr müssen wir den letzteren doppelt so viel Antimeren zuschreiben, also zehn. Denn die bestimmenden Axenverhältnisse und die charakteristische Lagerung der Organe im Verhältniss zu den Axen und Schnittebenen sind in jeder einzelnen der fünf „Strahlen“ eines Echinodermes, in jedem einzelnen der vier „Quadranten“ einer Meduse, sowohl in tectologischer als in promorphologischer Beziehung dieselben, wie im ganzen Wurm oder im ganzen Wirbelthier. Wir müssen demnach diese „Strahlen“ nicht als einzelne Antimeren, sondern als Antimeren-Paare auffassen. Am passendsten dürften sie, entsprechend ihrer Lagerung neben einander, rings um die gemeinsame Hauptaxe, als „Nebenstücke oder Parameren“ bezeichnet werden.

Allerdings habe ich den Terminus „Parameren“ ursprünglich

in anderer Bedeutung eingeführt, nämlich zur Bezeichnung von homonomen Theilen, welche rings um eine Kreuzaxe (nicht um die Hauptaxe herum) neben einander liegen (Generelle Morphologie, Bd. I, S. 311). Indessen erscheint eine besondere allgemeine Bezeichnung dieser untergeordneten „Nebenstücke“ ziemlich überflüssig; und um nicht noch einen neuen Terminus zu schaffen, wollen wir statt dessen den Begriff des Parameres ändern und zur festen Bezeichnung der „Strahl-Segmente“ von radialen Formen verwenden, wie auch bereits von anderer Seite vorgeschlagen wurde. Demnach ist das radiale Nebenstück oder „Paramer“ gleich einem Antimeren-Paar. Eine vierstrahlige Meduse besteht aus vier Parameren und acht Antimeren, ein fünfstrahliger Seestern aus fünf Parameren und zehn Antimeren.

Diese tectologische Betrachtungsweise wird gerechtfertigt durch die promorphologische Vergleichung der geometrischen Grundform, welche die Parameren der radialen Thiere mit den ganzen symmetrischen Thieren theilen. Denn die gemeinsame Grundform aller „bilateralen“ Thiere ist die einpaarige oder dipleure; die „bilateral-symmetrische“ Form der Autoren in der engeren, und zwar in der vierten Bedeutung dieses fünfdeutigen Begriffes (Gener. Morphol. Bd. I, S. 519). Wir finden sie ebenso bei den Wirbelthieren, wie bei den Gliederthieren, Mollusken und Würmern. Immer besteht der entwickelte Körper dieser Thiere nur aus zwei Antimeren, und ursprünglich sind diese symmetrisch gleich, so dass die rechte Körperhälfte das Spiegelbild der linken ist. Die stereometrische Grundform ist die halbe Rhombenpyramide oder der Halbkeil (Hemisphenoid); d. h. die Hälfte einer vierseitigen, geraden Pyramide, deren Basis ein Rhombus ist. Diese „gleichschenkelige Pyramide“ ist bestimmt durch die drei auf einander senkrechten Richtaxen, von denen zwei ungleichpolig, die dritte gleichpolig ist. Ungleichpolig ist sowohl die Hauptaxe oder Longitudinalaxe (mit oralem und aboralem Pole), als die dorsoventrale oder Sagittalaxe (mit dorsalem und ventralem Pole). Gleichpolig ist hingegen die laterale oder transversale Axe (mit rechtem und linkem Pole). Die ganz bestimmten „symmetrischen“ Lagenbeziehungen sämtlicher Körperteile, welche durch diese Axen-Differenzirung gegeben sind, finden sich nun ganz ebenso in jedem Paramere eines regulären „Strahlthiers“ wieder. Auch hier gibt es nur eine Schnittebene (die „Sagittal-Ebene“ oder „Median-Ebene“), durch welche sich jedes Paramer in zwei symmetrisch-gleiche Hälften zerlegen lässt.

## Personen und Stöcke.

Der Begriff der „Person“ in streng morphologischem Sinne, der sich mit dem „eigentlichen Individuum“ der meisten höheren Thiere deckt, wurde von mir in der Generellen Morphologie (als das Morphon fünfter Ordnung) nicht genügend definirt (Bd. I, S. 318—325). Erstens fehlte ich darin, dass ich eine allgemeine tectologische Gleichwerthigkeit der thierischen Person und des vegetabilen Sprosses durchzuführen versuchte; zweitens darin, dass ich für den Begriff der Person die Zusammensetzung aus Antimeren und Metameren für unerlässlich hielt; drittens aber fehlte mir damals noch das Hauptkriterium der Person, zu welchem ich erst später durch die Entwicklungsgeschichte der Kalkschwämme und die von ihr ausgehende Gastraea-Theorie gelangte. Dieses wichtigste und ausschliessliche Merkmal für den Begriff der thierischen Person ist die Zusammensetzung und Entwicklung aus zwei primären Keimblättern, Exoderm und Entoderm; sowie der Besitz eines Darmrohrs, das von diesen beiden Keimblättern umschlossen wird. Die einfachste Thierform, die blos aus zwei primären Keimblättern besteht — ontogenetisch *Gastrula*, phylogenetisch *Gastraea* — ist zugleich die einfachste Form der Person. (Monogr. der Kalkschwämme, Bd. I, S. 113—118.)

Diese feste morphologische Bestimmung des thierischen Person-Begriffes hat ihre weitere Begründung in den Studien zur *Gastraea*-Theorie gefunden (Jenaische Zeitschr. f. Naturw. 1874, Bd. VIII, S. 28 und a. a. O.). Wie ich dort zeigte, ist in der *Gastrula* nicht allein die einfachste Form der Person als gemeinsame Keimform für sämtliche Metazoen gegeben, sondern auch der feste Grenzpfiler, welcher die letzteren von den Protozoen scheidet. Bei sämtlichen Protozoen bleibt das actuelle Bion auf der niederen Formstufe eines Morphonten erster oder zweiter Ordnung stehen: der Plastide oder des Idorganes. Bei sämtlichen Metazoen hingegen erreicht das actuelle Bion die höhere Stufe des Morphonten dritter oder vierter Ordnung: der Person oder des Cormus. Man darf nicht hiergegen einwenden, dass bei einzelnen Metazoen, namentlich Cestoden und Acanthocephalen der Darm (als Primitiv-Organ der Person) und hiermit auch das innere Keimblatt fehle. Denn in diesen Fällen handelt es sich stets um solche Personen, welche den Darm (und das Darmblatt) erst durch Rückbildung, durch Anpassung an Parasitismus oder

an andere degenerirende Existenz-Bedingungen verloren haben; es geht dies klar aus ihrer vergleichenden Anatomie und Ontogenie hervor. Dasselbe gilt von den „Deckblättern“ und anderen darmlosen Personen vieler Siphonophoren, sowie den Avicularien und Vibracularen der Bryozoen; hier liegen rückgebildete Personen polymorpher Stöcke vor, welche in Folge von Arbeitstheilung Darmhöhle und Darmblatt eingebüsst haben.

Als verschiedene morphologische Ausbildungsstufen der thierischen Person, die zugleich drei verschiedene Entwicklungsstufen ihrer physiologischen Leistungsfähigkeit bezeichnen, können wohl naturgemäss die drei Kategorien unterschieden werden, welche ich in der Monographie der Kalkschwämme (Bd. I, S. 101) folgendermassen definirt habe: 1) die einaxige (oder monaxonie) ungegliederte Person (ohne Antimeren und ohne Metameren), z. B. die Personen der Spongien, der einfachsten Hydroiden; 2) die kreuzaxige (oder stauraxonie) ungegliederte Person (mit Antimeren, aber ohne Metameren), z. B. die Personen der Korallen, Medusen, Turbellarien, Trematoden, Bryozoen etc.; 3) die kreuzaxige (oder stauraxonie) gegliederte Person (mit Antimeren und mit Metameren), z. B. die Personen der Anneliden, Arthropoden, Vertebraten.

Die Stöcke oder Cormen, welche die vierte und höchste Ordnung der thierischen Individualität darstellen, sind stets aus zwei oder mehr Personen zusammengesetzt. Es ist daher nicht gestattet, auch die Gemeinden oder Cönobien der Protozoen (z. B. die Colonien der Vorticellen, Volvocinen, Polycyttarien) als Stöcke zu bezeichnen; diese sind bloss Idorgane. Dagegen finden sich echte Stöcke oder Cormen nur in folgenden Thierstämmen: 1) bei den Zoophyten oder Coelenteraten (Spongien, Hydroiden, Siphonophoren, Korallen); 2) bei den Würmern (Bryozoen, Tunicaten); 3) bei den Echinodermen (allgemein).

Verschiedene Stufen von Stöcken lassen sich theils nach dem Bildungsgrade der constituirenden Personen, theils nach der Art und Weise ihrer Entstehung unterscheiden. In ersterer Beziehung sind die Cormen der Spongien Stöcke mit einaxigen ungegliederten Personen; die Cormen der Korallen, Bryozoen und Tunicaten sind Stöcke mit kreuzaxigen ungegliederten Personen; die Cormen der Echinodermen endlich sind Stöcke mit kreuzaxigen gegliederten Personen. Mit Bezug auf ihre Genese hingegen kann man primäre und secundäre Stöcke unterscheiden. Secundäre oder mehrwurzelige oder polyblaste Cormen finden sich bei den Spongien

und Korallen, und entstehen durch Verwachsung von mehreren ursprünglich getrennten Personen oder Stöcken. Alle übrigen Stöcke sind primär, einwurzelig oder monoblast, aus einer ursprünglichen Person durch Kreuzung oder Theilung entstanden (Monogr. der Kalkschwämme, Bd. I, S. 120).

### **Virtuelle und actuelle Bionten.**

Alle tectologischen Probleme und Discussionen lassen sich schliesslich, wie wir schon anfänglich bemerkten, auf zwei Hauptfragen zurückführen; 1) welche Stufe, Ordnung oder Kategorie der Individualität nimmt der fragliche Organismus ein? und 2) wie verhält sich seine morphologische zu seiner physiologischen Individualität? Die bekannten, noch heute fortdauernden Streitigkeiten über die Individualität der Spongien, Siphonophoren, Cestoden, Echinodermen u. s. w. lassen sich nur dann lösen, wenn jene beiden Hauptfragen richtig gestellt und beantwortet werden.

Jeder Organismus, den wir betrachten, tritt uns in jedem bestimmten Zeit-Momente als ein Bion oder ein „physiologisches Individuum“ entgegen. Aber dieses Bion ist bald zugleich ein Morphon, ein einziges „morphologisches Individuum“; bald ist dasselbe aus einer Mehrheit solcher Morphonten oder Formeinheiten zusammengesetzt. Ausserdem ist meistens die morphologische Individualität eines jeden physiologischen Individuums in den verschiedenen Abschnitten seiner individuellen Existenz verschieden; bei allen höheren Organismen ist das Bion anfänglich ein einziges einfaches Morphon (eine Plastide), später aus mehreren Morphonten zusammengesetzt.

Auf die Betrachtung dieser letzteren, für die Entwicklungslehre höchst wichtigen Erscheinung gründet sich zunächst die Unterscheidung des virtuellen und des actuellen Bion, die ich in der Generellen Morphologie (Bd. I, S. 332—363) ausführlich erörtert habe. Als actuelles Bion oder als „reifes physiologisches Individuum“ hat jeder Organismus den höchsten Grad morphologischer Individualität erreicht, welcher ihm als dem völlig ausgebildeten Repräsentanten seiner Species zukommt. Als virtuelles Bion hingegen, oder als „potentielles physiologisches Individuum“ hat der Organismus jene Reife noch nicht erlangt und sich noch nicht auf jene höchste Stufe seiner morphologischen Individualität erhoben. So ist also die Cytula oder Stammzelle

(die „befruchtete Eizelle“ aller Metazoen) ein virtuelles Bion erster Ordnung, die Morula und die Blastula ein virtuelles Bion zweiter Ordnung, aus welchem sich erst später die Person oder der Stock als actuelles Bion entwickelt. Bei allen stockbildenden Metazoen ist die Person nur das virtuelle, hingegen der Cormus das actuelle Bion der Species. Der ganze Siphonophoren-Stock ist ein einziges actuelles Bion, zusammengesetzt aus zahlreichen polymorphen Medusen; die erste Meduse aber, welche aus dem Siphonophoren-Ei sich bildet und aus welcher der Stock durch Knospung entsteht, ist ein virtuelles Bion. Dieselbe einzelne Medusen-Form hingegen stellt bei den Craspedoten und Acraspeden das actuelle Bion dar.

Mit Bezug auf die actuelle physiologische Individualität lassen sich im Allgemeinen einfache und zusammengesetzte Organismen unterscheiden. Einfache Organismen oder Monoplastiden sind solche, welche als actuelle Bionten nur den Formwerth einer einzigen Plastide besitzen: monocytode Moneren, einzellige Amöben, Flagellaten, Infusorien u. s. w. Hier fällt der Begriff der morphologischen und physiologischen Individualität zusammen. Alle anderen Organismen sind Polyplastiden oder „zusammengesetzte Organismen“, indem sie als actuelle Bionten aus zwei oder mehreren Plastiden zusammengesetzt sind. Sie erreichen stets die morphologische Individualitäts-Stufe zweiter, dritter oder vierter Ordnung und bestehen also aus einer Vielheit von Morphonten erster Ordnung. Aber auch alle diese zusammengesetzten Organismen sind im Beginne ihrer individuellen Existenz einfache; und die Polyplastide entsteht erst im Laufe der Entwicklung, durch Multiplication aus der Monoplastide. „Sämmtliche physiologische und morphologische Eigenschaften eines jeden polyplastiden Organismus erscheinen mithin als das nothwendige Gesamteresultat aus den physiologischen und morphologischen Eigenschaften aller Plastiden, welche denselben zusammensetzen.“ (Gen. Morph. Bd. I, S. 370). Hierin liegt der tectologische Werth der Zellen-Theorie und der daraus hervorgegangenen Plastiden-Theorie (vergl. meine Studien über Moneren und andere Protisten, S. 79–136).

Da ich die Verhältnisse der virtuellen und actuellen Bionten im X. Capitel der generellen Morphologie sehr eingehend erörtert, und hier nichts Wesentliches zuzusetzen habe, mögen diese wenigen Bemerkungen darüber genügen. Die partiellen Bionten, welche ich daselbst als dritte Erscheinungsform der physiologischen



Individualität aufgestellt habe, sind jenen gegenüber nur von ganz untergeordneter Bedeutung. Solche partielle Bionten sind abgelöste Theile eines actuellen oder virtuellen Bionten, welche zwar eine gewisse Zeit hindurch als selbständiges „Individuum“ fortleben, aber nicht wie die virtuellen Bionten zu einem actuellen Bion sich zu entwickeln im Stande sind, z. B. amoeboiden Blutzellen, Flimmerzellen, die Rückenanhänge von Thetis („Vertumnus“), der Hectocotylus der Cephalopoden u. s. w.

### Die Individualität in den Thierstämmen.

Wenn die hier versuchte schärfere Begriffs-Bestimmung der thierischen Individualität, wie ich glaube, gerechtfertigt und naturgemäss ist, so wird sie auch dazu beitragen, das über diesen wichtigen tectologischen Fragen liegende Dunkel zu lichten, und die vielfältigen Widersprüche der verschiedenen Autoren zu lösen. Zugleich wird die Lehre vom Aufbau der verschiedenen Individualitäts-Stufen, von der Zusammensetzung der höheren Einheiten aus subordinirten niederen Einheiten, von der historischen Entwicklung ihrer Stufenfolgen, wesentlich die klare Anschauung von dem mechanischen Stufengang der phylogenetischen Entwicklung des Thierreichs fördern. Auch das natürliche System des Thierreichs, als Ausdruck seines hypothetischen Stammbaums, wird davon Nutzen ziehen, und die natürliche phylogenetische Unterscheidung der Hauptgruppen des Thierreichs wird durch diese tectologische Begründung wesentlich befestigt werden. In dieser Beziehung habe ich schon in den tectologischen Thesen der Generellen Morphologie (Bd. I, S. 364—374), und später in den Studien zur Gastraea-Theorie (S. 29) die systematische Bedeutung der Individualitätslehre berührt. Sei es mir schliesslich gestattet, dieselbe hier noch etwas weiter auszuführen und die Individualität der einzelnen Thierstämme noch etwas näher zu bestimmen.

Zunächst scheint mir von fundamentaler Bedeutung der einfache, bereits hervorgehobene Satz der Gastraea-Theorie, wonach mit der Bildung der Gastrula, mit der Differenzirung der beiden primären Keimblätter und der Entstehung des von ihnen umschlossenen „Urdarms“ auch erst die Bildung der wahren „Person“ beginnt. Die ontogenetische Gastrula und ihre phylogenetische Urform, die Gastraea, ist die einfachste und älteste Form der Person. Dadurch rechtfertigt sich die fundamentale Scheidung des ganzen Thierreichs in zwei grosse



natürliche Hauptgruppen: einerseits die älteren Urthiere, Protozoen oder Protisten, anderseits die jüngeren Darmthiere, Metazoen oder Blastozoen. „Die Individualität der Urthiere bleibt stets auf sehr niedriger Stufe stehen. Sie bilden nämlich entweder ein Morphon erster Ordnung, eine einfache Plastide (eine Cytode oder eine Zelle); oder sie bilden höchstens ein Morphon zweiter Ordnung, ein „Organ“ in rein morphologischem Sinne, ein Idorgan. Niemals aber erheben sich die Protozoen zu dem Formwerthe eines Morphon dritter oder vierter Ordnung, einer Person oder eines Stockes“ (Gastraea-Theorie, S. 30). Dagegen erreichen alle echten Thiere, alle Metazoen, die Individualitätsstufe der Person, welche mit der Differenzirung der beiden primären Keimblätter und der Bildung des Urdarms beginnt. Viele Metazoen bilden ausserdem Stöcke, die aus zahlreichen Personen zusammengesetzt sind. Die tiefgreifende Differenz, welche dergestalt zwischen Protozoen und Metazoen besteht, kann nicht genug betont werden, weil sie auf die verschiedensten übrigen Organisations-Verhältnisse von grösstem Einflusse ist. Niemals mehr kommt bei den Metazoen die Individualität der Plastide zu jener autonomen Geltung, die sie bei den Protozoen allgemein besitzt; niemals sehen wir bei den Metazoen das Bion auf der niederen Stufe des Idorgans stehen bleiben, auf welcher dasselbe bei allen vielzelligen Protozoen verharret.

Alle Metazoen haben das gemeinsam, dass sie mit der Gastrulation die Individualitätsstufe der Person erreichen; aber die weitere tectologische Ausbildung ist in den verschiedenen Hauptgruppen oder „Phylen“ derselben sehr verschieden. Die Zoophyten, Würmer und Echinodermen bieten der Tectologie sehr interessante und zum Theil sehr schwierige Probleme, während sich die Individualitäts-Frage bei den Mollusken, Arthropoden und Vertebraten sehr einfach und klar beantworten lässt.

Was zunächst die Zoophyten (oder die Coelenteraten im weiteren Sinne) anbetrifft, so treffen wir in beiden Hauptabtheilungen derselben, bei Spongien und Acalephen, das actuelle Bion (oder das „reife physiologische Individuum als Species-Repräsentant“) bald als Person an, bald als Cormus, der aus mehreren Personen zusammengesetzt ist. Immer ist die Person ungegliedert, ohne wahre Metameren-Bildung. Dagegen ist die Parameren-Bildung bei den Acalephen fast allgemein vorhanden, während sie bei den Spongien fast ebenso allgemein fehlt. Die sehr schwierige Frage von der Individualität der Spongien habe ich in der

Monographie der Kalkschwämme so ausführlich erörtert, dass ich hier einfach darauf verweisen kann (Bd. I, S. 89—124). Die Person der Spongien ist stets ungegliedert und einaxig, ohne Kreuzaxen und also auch ohne Parameren, ebenso ohne wahre Metameren. Der Cormus der Spongien wird in höchst mannichfaltiger Weise aus zahlreichen, oft eigenthümlich reducirten und verwachsenen Personen zusammengesetzt. Diese polymorphen Stöcke entstehen bald durch Knospung aus einer einzigen ursprünglichen Person, bald durch Verwachsung aus mehreren, ursprünglich getrennten Personen, bald durch beide Processe zugleich. Primäre und secundäre Cormen, monoblastische und polyblastische Stöcke finden sich hier oft bei einer und derselben Species vor.

Die Acalephen (oder die Coelenteraten im engeren Sinne) bieten höchst verwickelte tectologische Verhältnisse vor Allen in der Klasse der Medusen, demnächst auch unter den Korallen, während sie bei den Ctenophoren sehr einfach sind. Als gemeinsame Ausgangsform ebenso für die tectologische und promorphologische, wie für die ontogenetische und phylogenetische Betrachtung, muss innerhalb der ganzen Acalephen-Gruppe ein einfachster Hydra-Polyp gelten. Wie eine solche einfache Hydroid-Form sich unmittelbar an die Gastrula anschliesst, wurde bereits in den Studien zur Gastraea-Theorie gezeigt. Ein einfachster Hydra-Polyp ist eine Gastrula, welche sich mit dem aboralen Pole der Längsaxe festgesetzt und am oralen Pole, um die Mundöffnung herum, einen Kranz von Tentakeln entwickelt hat. Durch diese letzteren werden aber bereits ebenso viele Kreuzaxen, bezüglich also auch Parameren angedeutet. Während also die ursprüngliche Gastrula, die reine Archigastrula, noch eine einfachste einaxige Person darstellt, wird der einfachste Hydropolyp bereits kreuzaxig. Er besteht aus soviel Parameren, als Tentakeln um den Mund herum neben einander existiren. Die ursprüngliche Anzahl derselben dürfte unbestimmt und variabel gewesen sein. Sobald aber einmal eine bestimmte Zahl sich zuerst fixirte, scheint es die Vierzahl gewesen zu sein. Denn vier Tentakeln sehen wir zuerst bei der jungen Hydra, wie bei vielen anderen Hydroid-Polypen, um den Mund hervorsprossen; vier Tentakeln entwickeln sich ebenso zuerst auch bei jungen Actinien und vielen anderen Acalephen.

Auch für die Medusen scheint die Vierzahl der Parameren die ursprüngliche zu sein; und alle Medusen, welche sechs, acht oder mehr Parameren besitzen, dürften von vierstrahligen abzu-

leiten sein. In den beiden primären auf einander senkrechten Meridianebenen (oder Parameren-Schnittebenen) liegen die vier primären Radial-Canäle und Randfäden, die vier Mundlappen u. s. w. Ganz ebenso beurtheilen wir auch die Personen der Korallen. Ontogenetische und anatomische, wie paläontologische Zeugnisse machen es höchst wahrscheinlich, dass vierstrahlige Korallen, jungen Rugosen ähnlich, die ältesten waren, und dass aus diesen durch Verdoppelung der Parameren die achtstrahligen, durch Einschaltung von zwei gegenständigen Parameren die sechsstrahligen hervorgegangen sind. Die Ctenophoren dürften sämmtlich als vierstrahlige Personen aufzufassen sein, nicht als achtstrahlige, wie ich in der Gener. Morphol. analysirt hatte. Indess bleibt die ausführliche Erörterung, welche ich daselbst von den merkwürdigen promorphologischen Verhältnissen ihrer acht Antimeren gegeben habe, bestehen, da wir ja nunmehr je zwei Antimeren als zugehörige Hälften eines Parameres auffassen.

Sehr mannichfaltig und interessant sind in tectologischer, wie in promorphologischer Beziehung die Stockbildungen der Acalephen. Insbesondere gilt das von denjenigen der Hydromedusen, und unter diesen wieder vorzugsweise von den Siphonophoren. Denn keine andere Thiergruppe wirft ein so helles Licht auf die wichtigen Verhältnisse, welche durch die Association niederer Individuen zu höheren und durch die Arbeitstheilung derselben bedingt werden. Als gemeinsame Ausgangsform aller verschiedenen Gestalten dieser formenreichen Gruppe muss der einfache Hydroid-Polyp angesehen werden, eine kreuzaxige ungegliederte Person. Durch Gemmation sind daraus die verschiedenen Cormus-Formen der Hydroid-Polypen entstanden; durch Ablösung einzelner hydroider Personen und Anpassung an schwimmende Lebensweise hat sich daraus die einfache Meduse (durch ihren Schirm characterisirt) entwickelt. Die Siphonophoren fassen wir als wahre Medusen-Stöcke auf, als Cormen, die sich aus zahlreichen, durch Arbeitstheilung differenzirten medusoiden Personen zusammensetzen; viele von diesen letzteren (z. B. die polypoiden „Magensäcke, Fühler“ u. s. w.) sind durch Rückbildung (Schirmverlust) wieder hydroid geworden.

Die grössten tectologischen Differenzen betreffen den Stamm der Echinodermen. Hier stehen sich zwei grundverschiedene Auffassungen der Individualität schroff gegenüber. Nach der

älteren Anschauung ist jedes einzelne Echinoderm ein „radiales Individuum“, genauer bezeichnet eine kreuzaxige Person, tectologisch vergleichbar einer einzelnen Meduse oder Actinie; wie bei der letzteren die einzelne Person aus vier oder sechs Parameren besteht, so soll sie beim Echinoderm aus fünf Parameren zusammengesetzt sein. Hingegen ist nach der neueren Auffassung, die ich in der Gener. Morphol. (Bd. II, S. LXII—LXXVII) aufgestellt habe, das einzelne Echinoderm als ein wirklicher Stock oder *Cormus* zu beurtheilen, der aus fünf (oder mehr) gegliederten Personen zusammengesetzt wird. Die Richtigkeit dieser letzteren Auffassung wird sowohl durch die vergleichende Anatomie wie durch die Ontogenie und Paläontologie der Echinodermen so schlagend bewiesen, dass jene ältere Anschauung ihr gegenüber unhaltbar geworden ist.

Um die Individualität der Echinodermen richtig zu beurtheilen, muss man die morphologischen und phylogenetischen Beziehungen aller verschiedenen Klassen dieses Stammes vergleichend betrachten. Alle Echinodermen stimmen in den charakteristischen Grundzügen ihres Baues und ihrer Entwicklung so überein, dass eine monophyletische Ableitung Aller von einer einzigen gemeinsamen Stammform (wenn auch nur als beste heuristische Hypothese) gerechtfertigt erscheint. Diese Stammform können wir aber aus vergleichend-anatomischen und ontogenetischen Gründen nur in der Klasse der Asterien suchen, und zwar unter jenen höchst „autonomen“ Seesternen (*Ophidiaster*, *Luidia*, *Brsingia* etc.), bei welchen der Körper fast blos aus freien „Armen“ besteht, dagegen die centrale „Scheibe“, die letztere vereinigt, ganz zurücktritt. Zur besseren Unterscheidung wollen wir die freie vortretenden „Arme“ der Asteriden, Ophiuren und Crinoiden als Sternarme (*Astrolenae*) bezeichnen, dagegen die centrale Scheibe als Sternscheibe (*Astrodiscus*). Je weiter die phyletische Entwicklung der Echinodermen vorschreitet, desto mehr verlieren die Astrolenen ihre ursprüngliche Autonomie zu Gunsten des *Astrodiscus*; und zuletzt wird die fortschreitende Centralisation so vollständig, dass die ersteren ganz in letzterem aufgehen, wie es bei den Blastoiden, Echiniden, Holothuriern der Fall ist.

Die wichtigsten Zeugnisse für unsere Auffassung der Echinodermen entnehmen wir der Ontogenie. Unzweifelhaft sind unter den zahlreichen und sehr verschiedenen Keimungsformen derselben diejenigen als palingenetisch und ursprünglich zu

betrachten, bei welchen aus dem Ei zunächst die bekannte „bilaterale“ Larve mit Flimmerschnur entsteht (*Pluteus*, *Bipinnaria*, *Auricularia* etc.); hingegen sind diejenigen, sogenannten „directen“ Keimungsformen, wobei unmittelbar fünfstrahlige Echinodermen von dem Mutterthier erzeugt werden, als *cenogenetische* zu beurtheilen, und erst *secundär* (durch Abkürzung der Keimung) aus ersteren (den *palingenetischen*) hervorgegangen. Jene erstere, *palingenetische* Form der Keimung müssen wir aber ursprünglich als echten *Generationswechsel* auffassen, nicht als blosse „Metamorphose“, wie es gewöhnlich geschieht. Denn die Amme (die sogenannte „Larve“) besteht aus einem Antimeren-Paare, wie jede Wurmlarve. Das fünfstrahlige Echinoderm hingegen, welches aus ihrem Inneren hervorsprosst, ist aus fünf Antimeren-Paaren zusammengesetzt. Unmöglich aber können durch blosse „Metamorphose“ aus einem Paramere fünf Parameren hervorgehen. Diese *Multiplication* involvirt *eo ipso* einen ungeschlechtlichen Zeugungs-Prozess, und im Vergleiche zu der *dipleuren* Person der Amme kann der fünfstrahlige, aus fünf *dipleuren* Personen zusammengesetzte Echinodermen-Körper nur als *Stock* oder *Cormus* aufgefasst werden; die *dipleure* Amme (oder die *Sternamme*, *Astrothie*) ist die erste, ungeschlechtliche Generation, eine *dipleure* ungegliederte Wurm-Person; das fünfstrahlige Echinoderm hingegen (oder der *Sternstock*, *Astrocormus*) ist die zweite geschlechtliche Generation, ein wahrer *Stock* oder *Cormus*, welcher aus fünf *dipleuren*, gegliederten Personen zusammengesetzt ist. Je mehr diese Personen, (in ihrer ganzen Organisation den Anneliden sehr nahe stehend), ihre ursprüngliche Autonomie bewahren, desto mehr treten sie als freie *Astrolenen* über den centralen *Astrodiscus* überwiegend hervor; je weiter dagegen die Centralisation des *Cormus* fortschreitet, desto mehr gehen die *Astrolenen* in der Bildung des *Astrodiscus* auf. Bei den Echiniden und Holothurien imponirt uns daher der höchst centralisirte, aus fünf Personen zusammengesetzte *Cormus* als eine einzige Person, die aus fünf Parameren zusammengesetzt ist.

Für die Richtigkeit dieser tectologischen Auffassung, welche zunächst paradox erscheint, finden wir gewichtige Argumente in dem gestaltenreichen Stamme der Würmer. Die niederen Würmer behalten als actuelle Bionten meistens den Formenwerth einer einfachen *dipleuren* ungegliederten Person; ihr Körper besteht nur aus einem Antimeren-Paare, ohne Metameren; doch tritt auch

schon bei den niederen Plathelminthen hier und da Metameren-Bildung auf, zunächst als terminale Knospung von einfachen ungegliederten Personen. Während der Zusammenhang der „Glieder“ aber hier noch mehr oder minder locker ist (so namentlich bei den „Proglottiden“ der meisten Strobila-bildenden Cestoden), wird er bei den höheren Würmern, und namentlich bei den Anneliden, viel inniger; die „Metameren-Kette“ wird stärker centralisirt und erscheint nun als einfache „gegliederte Person“. Echte Stöcke oder Cormen, aus zahlreichen Personen zusammengesetzt, finden wir unter den Würmern namentlich bei den Bryozoen und Tunicaten vor. Unter den letzteren zeigen uns die sternförmigen Stöcke der Synascidien (*Botryllus*, *Amarucium* etc.) ganz analoge Verhältnisse wie die Asteriden; wie bei den letzteren der Mund, so ist bei den ersteren die Kloaken-Oeffnung allen zu einem „Astrocormus“ verbundenen Personen gemeinsam.

Sehr gleichförmig ist das Verhalten der actuellen Individualität bei den drei höheren Thierstämmen der Mollusken, Arthropoden und Vertebraten. Bei den Mollusken erscheint das actuelle Bion stets als eine ungegliederte dipleure Person, ohne Metameren, mit einem Paare Antimeren. Bei den Arthropoden und Vertebraten hingegen ist ebenso allgemein das reife, physiologische Individuum eine gegliederte dipleure Person, mit einem Paar Antimeren und zahlreichen Metameren. Nur durch Rückbildung einerseits (z. B. bei parasitischen Crustaceen), durch Verschmelzung der Metameren anderseits (z. B. bei Spinnen, Milben) kann die ursprüngliche Metameren-Bildung undeutlich oder selbst ganz verwischt werden. Niemals kommt es bei diesen höheren Thierstämmen zur Bildung wahrer Stöcke oder Cormen. An die Stelle des realen körperlichen Bandes, welches bei den letzteren viele Personen zu einem Cormus vereinigt, tritt bei den höheren Thieren das ideale psychische Band der Interessengemeinschaft; durch diese höhere sociale Verbindung entsteht der Staat.

---

# Ueber Venen-Elasticität.

Von

**Dr. Karl Bardeleben,**

Prosector und Privatdocent in Jena.

Hierzu Tafel I.

Die Ursache der Blutbewegung in den Venen der Wirbelthiere ist noch nicht vollständig erforscht — ebenso wenig wie die allgemein und speciell anatomischen Verhältnisse, d. h. die physikalischen Eigenschaften und der mikroskopische Bau der Venenwandung. Auf diesem, von der Forschung auffallend vernachlässigten Gebiete, die Lücken unsrer Kenntniss von Seiten der Anatomie, wenn nicht auszufüllen, so doch einzuengen, hat sich der Verfasser zur Aufgabe gestellt — zugleich in der Hoffnung, dass damit auch für die physiologische Forschung eine festere Basis für die entsprechende Untersuchung gewonnen werde. Und, wenn irgendwo, so hängen gerade hier Morphologie und Physiologie untrennbar zusammen, ein Umstand, der dem Verfasser zu Gute gehalten werden möge, wenn derselbe hier und da auf das Gebiet der Physiologie überzugreifen genöthigt wird. Es lässt sich ja darüber rechten, ob nicht überhaupt das gerade in den letzten Jahren mit so grossem Erfolge bebaute Gebiet der „mechanischen Anatomie“ mehr in die Physiologie als in erstere gehöre. Dem Verfasser scheint die mechanische Anatomie die gemeinsame Grundlage für die beiden Schwesterwissenschaften zu bilden und speciell die „Histophysik“, wie man es bezeichnen könnte, ebenso sehr ein integrierender Bestandtheil der allgemeinen Anatomie zu sein wie die Histochemie und „mikroskopische Anatomie“. Die Veranlassung zu der vorliegenden



Arbeit gaben die in dem Jubelwerk für C. Ludwig von Braune mitgetheilten Beiträge zur Kenntniss der Venenelasticität, die speciell für diese, wie das allgemeine Elasticitätsgesetz, werthvolle Aufschlüsse geben. Da der Herr Verfasser eine weitere Fortsetzung nicht beabsichtigt, habe ich mit gütiger Zustimmung desselben die Versuche aufgenommen -- die Anregung hierzu verdanke ich Herrn Professor Schwalbe. Meine Ergebnisse weichen theilweise von denen Braune's ab -- während andererseits aus beiden Arbeiten hervorgeht, dass wir noch in den ersten Anfängen einer Kenntniss von dem Wesen der Elasticität, zumal ihres Auftretens innerhalb organischer Körper uns befinden, und dass es die Aufgabe der „Physik“, die allerdings bisher fast ausschliesslich anorganische ist, sein musste, der Anatomie und Physiologie eine festere Basis zu bauen, als es die physikalischen Kenntnisse auf diesem ebenso interessanten wie schwierigen Gebiete bisher haben sein können. So verlockend auch die weitere Verfolgung dieser Aufgabe erscheint, so muss ich darauf verzichten, sie selbst durchzuführen, um erst die rein morphologischen, histologischen Untersuchungen über den Bau der Venen zu vollenden, welche ich in Bälde in weiteren Mittheilungen vorzulegen gedenke. Diese Untersuchungen über Venen-Elasticität mögen daher als erster Beitrag zur Kenntniss des Venensystemes betrachtet werden.

## I.

Für das Verständniss der unten weiter zu erörternden speciellen Elasticitätsverhältnisse der Venen und eine Beurtheilung meiner eigenen Untersuchungsergebnisse erscheint es geboten, zunächst die unter einander und von den meinigen abweichenden Ansichten und Resultate früherer Forscher, nebst ihren Methoden kritisch zu beleuchten.

Während man früher das Verhältniss von Verlängerung oder Ausdehnung und Spannung oder Belastung, ohne Rücksicht auf Grösse und Zeit der letzteren, als constant angenommen hatte, wies bekanntlich W. Weber<sup>1)</sup> nach, dass nach der Anspannung im Verlauf längerer Zeit noch eine weitere Ausdehnung, die als

---

<sup>1)</sup> Ueber die Elasticität der Seidenfäden. Gött. gel. Anz. 1835. St. 8. Poggendorf Annalen, Bd. 34. 1835. S. 247—257.

Wirkung oder Function der Spannung zu betrachten sei, einträte: die „elastische Nachwirkung“, — nicht mit der bleibenden „Dehnung“ zu verwechseln, die auf kleinen dauernden Veränderungen des Aggregatzustandes beruht. Eine Dehnung tritt nämlich nur nach Vermehrung, nicht nach Verminderung der Spannung ein, dagegen die elastische Nachwirkung stets, bei vermehrter wie bei verminderter Spannung. Im ersteren Falle resultirt eine Zunahme, im letzteren eine Abnahme der Länge. Beide, die positive (+) und negative (—) Nachwirkung, wie ich sie nennen möchte, sind nach W. Weber für gleiche Spannungsunterschiede der Grösse nach gleich. Die zurückbleibende Dehnung wird bei Wiederholung derselben Versuche mit denselben Körpern immer kleiner, die elastische Nachwirkung bleibt dieselbe. Dadurch kann man also den Einfluss der Dehnung, nicht so den der Nachwirkung ausschliessen. Das von Gauss aufgestellte Gesetz: der Rest der von einem bestimmten Augenblicke an noch zu erwartenden Verlängerung oder Verkürzung ist der bis zu diesem Moment verflossenen Zeit umgekehrt proportional, wonach also die Curve des zeitlichen Verlaufes der elastischen Nachwirkung eine gerade Linie wäre, gilt für, mit feineren Hilfsmitteln angestellte Versuche nicht mehr, wie dies gleichfalls W. Weber <sup>1)</sup> nachgewiesen hat. Die Gleichgewichtslage des zu den Experimenten benutzten schwingenden Seidenfadens wurde nur „mit der Zeit“, vielleicht niemals vollkommen erreicht, d. h. die Curve nähert sich dem Grenzwert asymptotisch.

Was zur Herstellung dieses vollkommenen Gleichgewichtes nothwendig sei, entzieht sich unseren Sinnen. Weber glaubte eine für jede Spannung bestimmte Stellung der Elasticitätsaxen der kleinsten Theile gegen einander, die nur sehr langsam eintrete, dafür verantwortlich machen zu können. Dieser der Beobachtung sich entziehende Unterschied in der Stellung der Elasticitätsaxen der kleinsten Theile von derjenigen der vollkommenen Gleichgewichtslage ist ihm die Ursache der Nachwirkung. Von diesem Unterschied muss sowohl die Geschwindigkeit der Längenänderung, als auch der ganze Längenunterschied in seiner Gleichgewichtslage und in dem Augenblicke der Beobachtung abhängen. Dieser Augenblick trennt die ganze Wirkung in

---

<sup>1)</sup> Ueber die Elasticität fester Körper. Poggendorf Annalen. Bd. 54. 1841. S. 1—18.

eine primäre und secundäre und, je früher man beobachtet, desto kleiner wird der primäre Antheil, so dass wir schliesslich dahin gelangen können, die primäre Wirkung ganz verschwinden, gleich Null werden zu lassen, so dass die ganze Längenänderung des Körpers keine unmittelbare Wirkung der plötzlich veränderten Spannung des Fadens, sondern nur eine mittelbare, secundäre wäre. Jedenfalls erhellt, dass Aenderung der Spannung und Aenderung der Länge in keinem unmittelbaren Zusammenhang stehen, und dass sie nicht einmal gleichzeitig eintreten. — Die Zeit nun, in welcher der Grenzwert der Verlängerung erreicht wird, ist bei verschiedenen Körpern sehr verschieden, bei Metallen fast unmessbar klein, bei organischen Körpern beträgt sie einen oder mehrere Tage!

Während also W. Weber zuerst den Begriff der elastischen Nachwirkung fixirte und analysirte, kam wenige Jahre später Ed. Weber durch Versuche an Muskeln (Frosch) zu dem Ergebniss, dass diese schon durch kleine Gewichte sehr beträchtlich ausgedehnt werden, dass aber diese Ausdehnung nicht in gleichem Masse bei stärkeren Belastungen zunehme, hier also der Widerstand gegen die Ausdehnung wachse.

Ich kann nicht annehmen, dass die ein Jahrzehnt vor Ed. Weber's Untersuchungen von dem Göttinger Bruder über die elastische Nachwirkung gemachten Mittheilungen dem ersteren unbekannt geblieben seien. Erwähnt wird die Nachwirkung allerdings nicht, — und es handelte sich doch um Belastungen des *M. hyoglossus* vom Frosch mit Gewichten bis zu 30 Gramm, wobei eine Ausdehnung von einer Anfangslänge von fast 25 bis auf über 40 Mm., also um ungefähr 60 % erzielt wurde.

Die von E. Weber (a. a. O. S. 109) gegebene Tabelle weist allerdings in ihren Zahlen einige Abweichungen von einer regelmässigen Längenzunahme bei zunehmender Belastung auf, wie das besonders in die Augen fällt, wenn man sich aus den mitgetheilten Zahlen die Curve construirt<sup>1)</sup>. Auch lehrt der Vergleich der Zahlen, dass entweder die elastische Nachwirkung oder die bleibende Dehnung oder aber beide Momente nicht genügend beachtet wurden.

---

<sup>1)</sup> Es ist das Einfachste, ein rechtwinkliges Parallelcoordinatensystem zu wählen, auf dessen Abscissenaxe man die Belastung aufträgt, während die Verlängerungen durch die Ordinaten dargestellt werden.

Wertheim<sup>1)</sup>, der Knochen, Sehnen, Nerven, Arterien und Venen untersuchte, hat gleich E. Weber sich gegen die Proportionalität von Längen- und Gewichtszunahme erklärt, — er hat, und zwar bekannt mit der Thatsache der elastischen Nachwirkung, zuerst die Ausdehnungscurve für eine der Hyperbel sehr nahe stehende Linie erklärt.<sup>2)</sup> — Erst wenn die elastischen und bleibenden Verlängerungen sehr gross werden, wachsen dieselben in einem bedeutend geringeren Grade, — eine Erscheinung, die Wertheim auf die Nachwirkung (*allongements secondaires*), gewiss mit Recht, bezieht. Von Venen hat Wertheim nur die V. femoralis (2 Mal) und die V. saphena, alle drei von weiblichen Leichen stammend, untersucht. Wundt<sup>3)</sup> hat gegen die Versuche Wertheim's eingewandt, das Letzterer kein „frisches“ Material benutzt habe. Dagegen ist zu bemerken, dass es für menschliche Gewebe überhaupt unmöglich ist, „frisches“, Verf. möchte statt dessen lieber sagen, „lebendes“ Material zu verwenden; ferner aber dürfte dies Moment bei Venen unendlich weniger in's Gewicht fallen, als z. B. bei Muskeln, und schliesslich hat Wertheim, der diesen Vorwurf selber fürchtete, durch vergleichende Versuche an einer frischen und einer 5 Tage alten V. jugularis ext. des Hundes nachgewiesen, dass der Einfluss der Verwesung hier ein sehr unbedeutender ist. Wenn Wertheim's Zahlen genau sind, so hat sich sogar die 5 Tage alte Vene bei kleineren und mittleren Belastungen mehr ausgedehnt als die frische; nach Wundt hätte eine geringere Ausdehnung stattfinden müssen, da die Elasticität nach dem Tode zunehmen soll. Nur bei sehr starker Belastung geht die Curve für die alte Vene flacher. Da dieser Punkt von grosser Bedeutung für meine eigenen Untersuchungen, lasse ich die betreffenden Zahlen (l. c. S. 414) folgen:

---

<sup>1)</sup> Mémoire sur l'élasticité et la cohésion des principaux tissus du corps humain. Extrait in Comptes rendus, P. 23. 1846. S. 1151—1154. Ausführlich in Annales de Chimie et de Physique, 3. Sér. T. 21. 1847. S. 385—414.

<sup>2)</sup> „...les parties molles du corps dans leur état naturel d'humidité; la loi de leurs allongements est représentée par une courbe qui se rapproche beaucoup d'une hyperbole dont le sommet serait placé à l'origine des coordonnées.“

<sup>3)</sup> Ueber die Elasticität feuchter organischer Gewebe. Archiv f. Anat. u. Phys. 1857. S. 298—308.

## Vena jugularis externa vom Hund:

A.		B.	
		nach 5 Tagen:	
a.	b.	a.	b.
Belastung (in Kilogr. auf den □ Mm.)	Ausdehnung in Mm. (auf ein Meter berechnet)	Belastung (in Kilogr. auf den □ Mm.)	Ausdehnung in Mm. (auf ein Meter berechnet)
0,0121	507	0,0117	561
0,0242	543	0,234	598
0,0363	560	0,358	621
0,0484	577	0,0468	625
0,1218	683	0,1208	653

Die Belastungen bei A und B sind fast dieselben, ja bei B noch etwas grösser, so dass die Zahlen unter B,b noch etwas vergrößert werden müssen, um mit denen bei A,b verglichen zu werden. Man sieht, nur bei 120,8 Gr. Belastung dehnte sich die alte Vene weniger aus, als die frische, nämlich um 2,4 %, wenn wir die Gewichts-differenz 121,8 : 120,8 berücksichtigen. Ob Wundt's fernere Einwände gegen Wertheim, nämlich dass derselbe der Verdunstung nicht vorgebeugt und die Nachwirkung vernachlässigt habe, — berechtigt sind, wage ich nicht zu entscheiden. Praktisch dürfte es allerdings auch für diese beiden Punkte ausserordentlich schwer, ja fast unmöglich sein, den Anforderungen zu genügen, die an eine mathematisch-exacte Methode gestellt werden könnten. Wollten wir, und das muss auch ich pro domo sagen, alle solche Bedenken walten lassen, so dürften überhaupt recht wenige biologische Untersuchungen vor dem Richterstuhl der Kritik bestehen. Uebrigens war es auch Wertheim nicht unbekannt, dass der Elasticitätscoefficient durch Austrocknung zunimmt („Par la dessiccation toutes les parties augmentent d'élasticité“..., l. c. S. 396).

Wundt behauptet nun gegen Wertheim und E. Weber, dass die endliche Verlängerung der Gewebe dem dehnenden Gewichte bei kleinen Gewichten proportional sei (Archiv f. Anat. 1857. S. 303), — ja auch die momentane Dehnung feuchter Gewebe sei dies innerhalb gewisser Grenzen der Belastung. Und S. 306 heisst es: das Gesetz der Proportionalität ist nur innerhalb enger Grenzen der Belastung gültig, diese Grenzen erweitern sich desto mehr, je frischer die Gewebe, je weniger sie durch vorangegangene Belastungen verändert sind. Danach

wären die „engen“ Grenzen pathologisch und die Norm: weite, oder bei lebenden Geweben gar keine Grenzen, d. h. die Curve eine gerade Linie. Aber nicht einmal für starre unorganische Körper gilt die Proportionalität über „gewisse“ Grenzen hinaus, die sich noch dazu um so näher rücken, je genauer die Messungsmethoden sind; auch hier bringt bedeutendere (und ich möchte hinzusetzen, länger einwirkende) Belastung wahrscheinlich eine Aenderung in dem Molekularzustand des Körpers hervor, der die Elasticität alterirt. —

A. W. Volkmann<sup>1)</sup>, welcher die Elasticität verschiedener organischer Körper (Seide, Haar, Arterie, Nerv, Muskel) untersuchte, beobachtete die Longitudinalschwingungen bei der Belastung, welche sich am Kymographion aufzeichneten. Er suchte die Nachwirkung dadurch zu eliminiren, dass die Zeit für alle Nummern einer und derselben Versuchsreihe die nämliche war (0,162—0,432''); der Factor der Nachwirkung sollte hierdurch insofern wegfallen, als dieser in derselben Zeit immer gleich gross supponirt wurde, was allerdings für verschiedene Belastungsgrößen nicht zutrifft. Auch Volkmann lässt Beobachtung und Rechnung für Hyperpeln „recht leidlich“ stimmen; nur für Muskeln sei  $b$  in der Formel:

$$y^2 = ax + bx^2$$

negativ, „ein Beweis, dass man es hier mit Ellipsen zu thun hat“ — also bei steigenden Gewichten eine Verkürzung im 2. Quadranten!

Diesen letzteren Einwand hat schon Wundt in einer dritten Publication<sup>2)</sup> gegen Volkmann gemacht, ebenso den betreffs der Eliminirung der Nachwirkung, s. o. Wundt stellt nun zum Beweise der Proportionalität zwischen Verlängerung und Gewichtszunahme bei organischen wie unorganischen Körpern 4 eigene Versuche an Sehne, Nerv, Arterie, Muskel und 4 Wertheim'sche an Kupfer, Eisen, Gold, Silber zusammen.

Ich kann nun beim besten Willen keine Proportionalität, weder bei den organischen noch den unorganischen Stoffen, aus den Zahlen entnehmen. Die Abweichungen von einer proportiona-

<sup>1)</sup> Ueber die Elasticität der organischen Gewebe. Archiv. f. Anat. und Phys. 1859. S. 293—313.

<sup>2)</sup> Ueber die Elasticität der organischen Gewebe. Verhandl. d. naturhist.-medic. Vereins zu Heidelberg. Bd. II. 1860. S. 33—42. (Henle u. Pfeufer, Zeitschr. f. rat. Medicin 3. S. VIII. S. 267.)

len Zunahme, also wenn wir es graphisch betrachten, von der geraden Linie sind sehr beträchtliche, es gibt Gleichungen 2. und 3. Grades, selbst wenn wir bedeutende Beobachtungsfehler zulassen. Weiteres hierüber s. unten.

Wundt entwickelt aus der Gleichung

$$f(\varrho + e) = -p,$$

in der  $\varrho$  der Abstand zweier sehr naher Punkte eines Körpers, die zwischen denselben wirkende Kraft als eine Function von  $\varrho$ , die entgegen wirkende Kraft  $= (-p)$  und die durch dieselbe hervorgerufene Vergrößerung des Abstandes  $(\varrho) = e$  gesetzt ist, — nach den Taylorschen Theorem:

$$f(\varrho) + e f_I(\varrho) + \frac{e^2}{2} f_{II}(\varrho) + \frac{e^3}{6} f_{III}(\varrho) + \dots = -p$$

Bei  $p = 0$  ist dann  $e = 0$  und  $f(\varrho) = 0$  und:

$$e f_I(\varrho) + \frac{e^2}{2} f_{II}(\varrho) + \frac{e^3}{6} f_{III}(\varrho) + \dots = -p.$$

Bei kleinen Veränderungen des Abstandes darf man das 2. und 3. Glied vernachlässigen, so dass dann:  $e f_I(\varrho) = -p$  resultirt, während, wenn  $e$  grösser werde, die folgenden Glieder berücksichtigt werden müssen, aus der linearen eine Gleichung höheren Grades wird. Bei zwei Gliedern würde sich eine Hyperbel (! Verf.) ergeben, die sonach nur einen speciellen Fall des allgemeinen Gesetzes bilde. Durch eine derartige allgemeine Formel können wir aber, denke ich, alles Mögliche ausdrücken — nicht nur das Elasticitätsgesetz — und so scheint mir zu viel bewiesen zu werden.

W. Preyer<sup>1)</sup> hält nach den Volkmann'schen Experimenten, deren Originalhandschriften er benutzen konnte, „die logarithmische Linie für bedeutend wahrscheinlicher, als die Ellipse,“ (S. 105) — zunächst für Muskeln.

Preyer stellt nach Berechnungen, deren Grundlage Volkmann's Versuche (s. o.) waren, für den ruhenden Muskel das Dehnungsgesetz auf:

$$d = c \log \text{nat } \beta p,$$

worin  $c$  und  $\beta$  Constante,  $p$  das Gewicht ist. Ich muss die oben bereits geltend gemachte, schon von Wundt beigebrachten Ein-

---

<sup>1)</sup> Das myophysische Gesetz. Jena 1874. S. 103—114.



wände gegen Volkmann's Versuche betreffend die geglaubte Eliminirung der Nachwirkung, hier wiederholen; ausserdem aber sind die Zahlen, wie die danach von mir construirten Curven evident zeigen, so wenig einem regelmässigen Gesetze entsprechend, dass ich ihnen durchaus keine so allgemeine Gültigkeit wie Preyer vindiciren kann. Wenn z. B. in der 43. Versuchsreihe die Länge des Muskels für Belastung von 12, 16 und 20 Gramm ein und dieselbe bleibt, so muss ein Fehler vorliegen! In Versuchsreihe 42 dehnt sich der Muskel während der Dauer der 10 Versuche um 0,5, in Reihe 44 nach 12 Versuchen um 3,7 Mm., — ein bedenklicher Umstand, der doch nur auf Nachwirkung oder bleibende Dehnung bezogen werden kann.

Einige von Horvath<sup>1)</sup> bei Fick in Würzburg angestellte Versuche mit Strängen und Schläuchen von vulkanisirtem Kautschuk ergaben allgemeiner interessante Resultate, auf die ich gleichfalls noch zurückkomme. Horvath fand nämlich, dass die Ausdehnung auch hier nicht proportional der Belastung sei, sondern dass dieselbe bei kleineren und mittleren Gewichten (bis 64 resp. 71 Gramm auf den □ Mm. nach meiner Rechnung, Verlängerung um 198—235%) zunimmt, um dann wieder abzunehmen; die Curve würde Anfangs also mit positivem, später mit negativem 2. Differentialquotienten verlaufen.

In der bereits erwähnten Abhandlung theilt Braune<sup>2)</sup> folgende Ergebnisse mit: (S. VII) „Nahezu dasselbe Resultat (wie Wundt) ergaben meine Untersuchungen, die nach gleichem Princip angestellt wurden, bei einer Belastung von nur wenigen Grammen.“ Erst bei stärkerer Belastung verläuft die Curve gegen die Abscisse concav. Näheres über die Form der Curve gibt Braune nicht an. Durch Anwendung starker Belastungen (bis 1000 Gr.) überzeugte derselbe sich ferner, dass „die Elasticität normaler Venen selbst bei grossen, aber kurz dauernden Belastungen eine vollkommene bleibt.“ Vollkommene Elasticität zeigten die verschiedenen Venen desselben wie besonders verschiedener Individuen in ausserordentlich wenig übereinstimmender Weise, wie die tabellarische Zusammenstellung aus Braune's und meinen eigenen Untersuchungen (s. unten) zeigt.

<sup>1)</sup> Dr. A. Horvath aus Kieff, Zur Lehre von der Elasticität. Centralblatt f. d. medic. Wissensch. 1873. Nr. 48. S. 753—758.

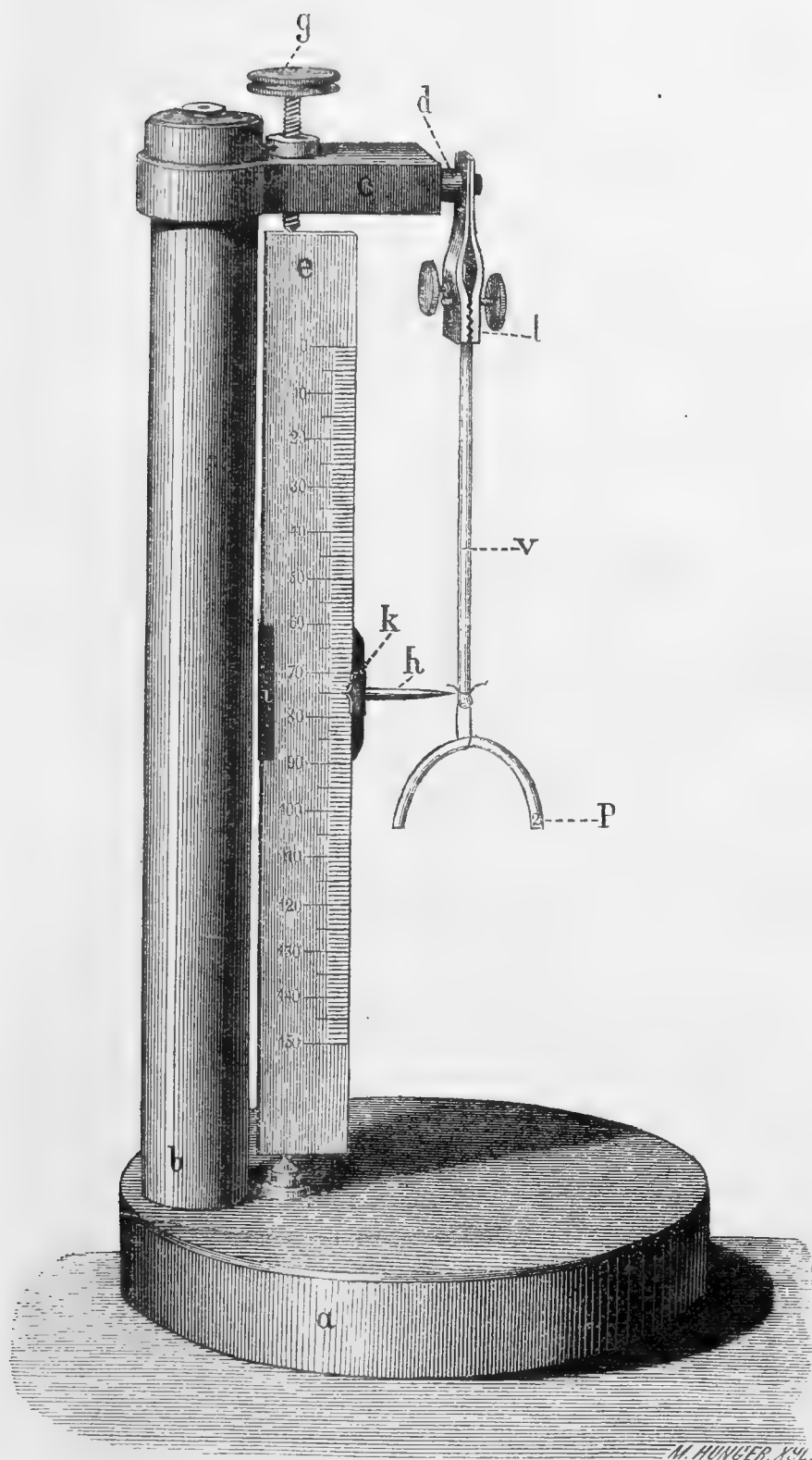
<sup>2)</sup> Beiträge zur Kenntniss der Venen-Elasticität. In: Beiträge zur Anatomie und Physiologie, C. Ludwig gewidmet. 1874. S. I—XXIV. Mit 3 Tafeln. (Eine mit Curven.)

Was die Methode Braune's betrifft, so benutzte derselbe möglichst frische menschliche Venen, die an beiden Enden auf Holz- oder Korkstöpsel aufgebunden waren; die Vene hing an einem Haken im oberen, die Gewichte an einem desgleichen im unteren Stöpsel, die Nadel zum Ablesen befand sich ausserhalb der Vene, so dass, wenn Verschiebungen der Stöpsel an der Vene ausgeschlossen waren, die beiden Enden des Gefässes, deren Länge gleich der der Stöpsel war, an einer Ausdehnung verhindert waren, demnach nicht hätten mitgerechnet werden dürfen. Oder aber es traten Verschiebungen ein, — dann war eine entgegengesetzte Fehlerquelle eröffnet. Im ersteren Falle sind die Werthe für die Verlängerung kleiner, im letzteren grösser abgelesen worden, als sie waren. Ferner möchte ich auf die Unsicherheit einer Ablesung hinweisen, wie sie an einer freischwebenden Nadelspitze gemacht werden kann, abgesehen von unbeabsichtigten Verlängerungen oder Verkürzungen, welche bei einer Berührung mit dem Massstabe kaum zu vermeiden sind. Schliesslich aber scheint mir die Belastungszeit von 10–15 Secunden, noch mehr die gleich lange Entlastungszeit zu kurz zu sein, um die positive oder negative Nachwirkung (vgl. oben) in ihr Recht treten zu lassen.

## II.

### Eigene Untersuchungen.

Aus mehreren Gründen beschränkte ich mich auf die Untersuchung menschlicher Venen und zwar solcher der Extremitäten; mit einer Ausnahme (II, 1) waren es sämmtlich oberflächliche oder Haut-Venen. Die Methode war ähnlich der von Braune angewandten, das Princip, die Verlängerung bei Belastung mit steigenden Gewichten direct zu messen, dasselbe wie dort. Nur habe ich versucht, eine Reihe von Fehlerquellen zu vermeiden — soweit es eben einerseits die mir zu Gebote stehenden Mittel, andererseits die eigenthümlichen Verhältnisse des Untersuchungsmaterials und collidirende physikalische Gesetze erlaubten. Zu dem Behufe liess ich mir unter Beirath des Herrn Professor Abbe bei Zeiss hierselbst ein besonderes Instrument anfertigen, dessen Beschreibung nebst Abbildung hier folge.



M. HUNGER, Kgl.

Auf einem kreisrunden, 2,8 Cm. hohen, eisernen Fuss, a (von 12 Cm. Durchmesser) erhebt sich am Rande eine 23 Mm. dicke Messingsäule, b, von 22,5 Cm. Höhe, an deren oberem Ende ein 65 Mm. langer, 20 Mm. breiter und 10 Mm. dicker Messingbalken, c, horizontal (galgenähnlich) vorragt. An letzterem befindet sich ein 14 Mm. langer, 7 Mm. dicker cylindrischer stählerner Knopf, d, der sich an einer Stelle verjüngt, um schliesslich knopfförmig wieder anzuschwellen. Dieser Vorsprung, an dem die Venen (s. u.) aufgehängt wurden, ist, wie die Beobachtung an der gleich zu erwähnenden Schraube zeigte, innerhalb der hier überhaupt anwendbaren Belastungen absolut unbeweglich gegen den senkrechten Cylinder und dieser wiederum ruht vermittelst des breiten und schweren Fusses unbeweglich auf der Unterlage. Den Massstab e wünschte ich möglichst fest in Bezug auf Höhen- und Seiten-Verschiebungen, dagegen beweglich, um seine eigene Axe, um durch Drehung einmal Platz für die Manipulation der Belastung und Entlastung zu gewinnen, andererseits für die Ablesung ihn möglichst bequem stellen zu können. Er wurde deshalb zwischen zwei stählerne conische Zapfen eingelenkt, von denen der untere, f, am Fuss des Instrumentes fest sitzt, während der obere einer durch den horizontalen Aufhängebalken senkrecht hindurchtretenden Schraube, g, angehört, die je nach Bedarf durch Umdrehung um wenige Hundertstel eines Millimeters gehoben werden kann, um leichtere Drehung des Massstabes zu gestatten. Es erschien mir nun ferner vortheilhaft, wenn die Nadelspitze, an der abgelesen werden sollte, sich nicht beweglich an der Vene oder aber ausserhalb derselben an einem Kork oder ähnlichem sich befinde, sondern an dem Massstabe befestigt, natürlich aber verschiebbar sei. Dies wurde in der Weise ausgeführt, dass der zugespitzte Eisenstab, h, an eine den Massstab genau zwischen sich fassende Klammer, i, angebracht wurde, die auf- und abgeschoben werden kann, ohne dass die Nadelspitze messbar von der horizontalen abweicht, welche von ihr nach einer zweiten, an der Klammer befindlichen Spitze gezogen wird. Letztere, k, wiederum befindet sich direct vor der Skala des Massstabes, so dass selbst ohne weitere Vorsichtsmassregeln parallaktische Ablesungsfehler kaum möglich waren. Die Befestigung des oberen Venenendes geschieht durch eine mit Schraube versehene Klemme, l, deren unteres glatt abgeschnittenes Ende genau in gleicher Höhe mit dem Nullpunkt des Skala steht. Die Klemme hängt genau senkrecht, der untere Rand genau wagerecht. Die Skala ist in Millimeter getheilt, so dass mit blosssem Auge oder der Loupe (mit Berücksichtigung der Parallaxe) bequem  $\frac{1}{10}$  Mm. geschätzt werden können.

Die Befestigung kleinerer Gewichte (genau abgewogene Drahtstücke) geschah durch Seidenfäden, für grössere Belastungen bediente ich mich einer 13,500 Gramm wiegenden, der oberen ähnlich construirten Klemme. Die Befestigung des Seidenfadens und die Fixirung der an seinem oberen Rande an der Vene angebrachten Marke war für diese kleinen Belastungen gewiss mehr als ausreichend, und an der Klemme war wiederum ein genau horizontal gestellter Rand, der die Nadelspitze am Massstab berühren konnte, aber nicht brauchte. Eine Berührung zwischen Spitze und Marke ist in Folge der Drehbarkeit des Massstabes ganz in das Belieben des Untersuchenden gestellt, unliebsame Reibungen der einen an der anderen dadurch ein für alle Mal ausgeschlossen. —

Die Ausführung der Versuche geschah folgendermassen: Die Venen wurden möglichst bald nach dem Tode aus der Leiche genommen, ohne Quetschung, aber auch möglichst isolirt von fremden Bestandtheilen, und entweder sofort untersucht oder, wenn dies nicht möglich war, in Jodserum von äusserst schwachem Jodgehalt gelegt und während der Belastungen fortdauernd durch leises Bepinseln mit Jodserum vor Eintrocknung geschützt, die überdies durch die mässige Temperatur des Zimmers und das kühle, feuchte Wetter nichts weniger als begünstigt wurde. —

Die Venenstücke wurden möglichst lang genommen, ein sehr natürliches Bestreben, dem aber nur unter Rücksichtnahme auf die Höhe des Instruments und die erforderliche Homogenität des Stückes (Aeste u. a.) gewillfahrt werden konnte.

Die Belastungen waren anfangs sehr klein, — nur um 0,1 Gramm steigend, — kleiner als in allen mir bekannt gewordenen Versuchen. Die Ablesung an der Skala geschah ausser durch mich noch durch einen Assistenten, Herrn Cand. med. Werner, — und zwar unabhängig von einander, — bei Differenzen um  $\frac{1}{10}$  oder  $\frac{1}{20}$  Mm. wurde gemeinsam nochmals sorgfältig geprüft und eventuell ein Compromiss geschlossen, so dass wohl die Fehler der persönlichen Gleichung unbedeutend geworden sind.

Die Zeit, welche zwischen Belastung und Ablesung lag, war schon deshalb eine relativ bedeutende, weil stets erst der Schieber mit der Spitze gerade in die Höhe der Marke gebracht werden musste, so dass bei kleinen und mittleren Belastungen die Nachdehnung, soweit das mit Rücksicht auf die doch aus anderen Gründen wieder wünschenswerthe baldige Hintereinanderfolge der einzelnen Versuche möglich erschien, im Wesentlichen mit beobachtet wurde. Nach jeder Ablesung wurde entlastet, bei kleinen und mittleren Gewichten vollständig (abgesehen von dem Seidenfaden und dem halben Gewicht der Vene, wenn sie nicht mit der oberen Klemme abgenommen und horizontal gelegt wurde) — nach grösseren bis auf das Gewicht der unteren Klemme (13,5 Gramm).

Die Versuchsreihen, welche ich angestellt habe, theile ich hier nicht sämmtlich in extenso mit. Bei der grossen Uebereinstimmung der Versuchsreihen unter einander dürften die hier gegebenen genügen, um die von mir zu ziehenden Schlüsse zu rechtfertigen. Da ich jedoch betreffs Einzelheiten auch auf die hier nicht mitgetheilten Reihen mich beziehen muss, habe ich den Versuchs-

reihen die ursprünglichen Nummern belassen, um Verwechslungen zu vermeiden. Ebenso haben die Curven der Einfachheit halber die gleichlautenden Bezeichnungen behalten, wie die Protokolle, welche sie graphisch versinnbildlichen.

In den nachfolgenden Versuchsprotokollen enthält die erste Columne die Versuchsnummern, die zweite die angewandten Gewichte, die dritte die jedesmalige Differenz von zwei aufeinander folgenden Belastungen, die vierte die Länge der Vene während der Belastung, die fünfte die betr. Längendifferenz für die Gewichts-differenzen in Columne 3, die sechste die Differenz gegen die Anfangslänge (bei 0,0 Gramm Belastung), die siebente die Ausdehnung in Procenten, die achte die Länge gleich nach der Entlastung, die neunte Bemerkungen.

Die Gewichte sind in Grammen, die Längen in Millimetern angegeben.

Die Curven III, IV, VI und VIII auf Tafel I gehören zu den gleichnamigen Versuchsprotokollen. Die Curven sind auf Millimeterpapier (papier quadrillé) eingezeichnet, und zwar nach den Procentzahlen in Columne 7 der Tabellen, die Gewichte sind auf der Abscissen-, die procentischen Verlängerungen auf der Ordinatenaxe dieses rechtwinkligen Coordinatensystems aufgetragen. Der 0 Punkt des Systems repräsentirt demnach den Zustand der Vene von 100,0 Mm. Länge bei 0,0 Gramm Belastung, d. h. also, ganz genau genommen, bei Belastung mit dem halben Eigengewicht. Der Massstab ist: 10 Mm. = 5,0 Gramm Belastung auf der Abscissen-, = 5% Zunahme auf der Ordinatenaxe. Bei Curve III ist ein anderer Massstab für erstere Axe genommen, nämlich 10 Mm. = 1,0 Gramm Belastung; Curve VI ist in sehr stark vergrössertem Massstabe ausgeführt und zwar nach den Zahlen in Col. 6, so dass für den Coordinaten-Anfang die ursprüngliche directe Länge (15,8 Mm.) = 0 gesetzt ist. Die direct beobachteten Zunahmen sind als Ordinaten in 10facher Vergrösserung dargestellt (10 Mm. = 1 Mm. Zunahme), die Gewichte so, dass 50 Mm. = 1,0 Gramm Belastung sind.

### Leiche A.

Selbstmörder in den dreissiger Jahren, Tod am 9., die Versuche am 11. und 12. Mai. Untersucht wurden die V. saphena magna am Unter- und Oberschenkel, sowie ein Ast derselben an letzterem, ferner die V. cephalica vom Unterarm und die V. basilica am Oberarm.

### Versuchsreihe III.

Hautvene, Ast der V. saphena magna, von der Innenseite des Oberschenkels, 2 Mm. im Durchmesser. Den 12. Mai, Morgens. Vene liegt seit fast 24 St. in Jodserum, bei Temperatur von 5—7° R. Während der 3 St. dauernden Versuche ist die Zimmertemperatur 15—14° R. Dauer des einzelnen Versuches ca. 4 Minuten. Regelmässige Anfeuchtung. Die Länge der Vene 5 Min. nach der Entlastung nach Versuch Nr. 43 entspricht einer Belastung mit fast 0,2 Gramm.

1. Nr. des Versuches.	2. Belastung.	3. Differenz der- selben.	4. Länge bei Belastung.	5. Differenz der- selben.	6. Differenz gegen Anfangslänge.	7. Ausdehnung auf 100.	8. Länge gleich nach der Ent- lastung.	9. Bemerkungen.
1	0,0		45,6		0,0	0,00	45,6	
2	0,1	0,1	46,9	1,3	1,3	2,85	45,7	
3	0,2	—	48,15	1,25	2,55	5,59	46,1	
4	0,3	—	49,3	1,15	3,7	8,11	46,1	
5	0,4	—	50,2	0,9	4,6	10,09	46,3	
6	0,5	—	51,0	0,8	5,4	11,84	46,3	
7	0,6	—	52,0	1,0	6,4	14,04	46,3	
8	0,7	—	52,9	0,9	7,3	16,01	46,3	
9	0,8	—	53,8	0,9	8,2	17,98	46,3	
10	0,9	—	54,5	0,7	8,9	19,52	46,5	
11	1,0	—	55,1	0,6	9,5	20,85	46,5	
12	1,1	—	55,6	0,5	10,0	21,93	46,8	
13	1,2	—	56,2	0,6	10,6	23,25	47,0	
14	1,3	—	56,7	0,5	11,1	24,34	47,0	
15	1,4	—	57,15	0,45	11,55	25,32	47,0	
16	1,5	—	57,5	0,35	11,9	26,09	47,0	
17	2,0	0,5	60,0	2,5	14,4	31,16	47,3	
18	2,5	—	61,6	1,6	16,0	35,09	47,5	
19	3,0	—	62,5	0,9	16,9	37,06	47,8	
20	3,5	—	63,8	1,3	18,2	39,91	48,0	1) Wegen der Unregel- mässigkeit bei Nr. 20 u. 21 Belastung mit 3,5 u. 4,0 wiederholt.
21	4,0	—	64,3	0,5	18,7	41,01	47,5	
22	3,5 <sup>1)</sup>	—0,5	63,4	—0,9	17,8	39,04	48,0	2) Nach 5 Min.
23	4,0	+0,5	64,3	+0,9	18,7	41,01	47,5 <sup>4)</sup>	
24	4,5	—	64,8	0,5	19,2	42,15	48,2	3) Die Marke wurde von hier ab 0,35 höher genommen.
25	5,0	—	65,2	0,4	19,6	42,98	48,2	
26	6,0	1,0	65,8	0,6	20,2	44,29	48,35	
27	7,0	—	66,3	0,5	20,7	45,39	48,5	
28	8,0	—	66,8	0,5	21,2	46,49	48,5	
29	9,0	—	67,1	0,3	21,5	47,15	48,9	
30	10,0	—	67,5	0,4	21,9	48,03	48,3	Nach 2 Min. 48,4.
31	11,0	—	67,5 <sup>2)</sup>				47,9	
32	12,0	—	67,0 <sup>3)</sup>				48,3	4) Marke nochmals et- was erhöht, so dass ein Vergleich der folgenden Zahlen mit den ersten 30 Versuchen nicht genau möglich.
33	13,0	—	67,2	0,2			48,5	
34	14,0	—	67,5	0,3			48,0 <sup>5)</sup>	
35	15,0	1,0	67,7	0,2			48,6	5) Nach 2 Min.
36	20,0	5,0	68,2	0,5			48,2	Nach 1 Min.
37	25,0	—	68,4	0,2			48,4	
38	30,0	—	69,0	0,6			48,2	
39	35,0	—	69,1	0,1			48,2	
40	50,0	15,0	69,8	0,7			48,0	Nach 5 Min.
41	100,0	50,0	71,9	2,1			48,5	Nach 1 Min.; nach 5 Min.: 48,0.
42	161,50	61,5	74,0	2,1				
43	211,50	50,0	75,7	1,7			48,0	Nach 5 Min.



## Versuchsreihe IV.

V. saphena magna, von der Mitte des rechten Oberschenkels. Den 12. Mai Vorm. 11 Uhr. Aufbewahrung der Vene wie bei III. Temperatur während der Versuchsreihe 14° R. Dauer der einzelnen Versuchsnummer etwas über 4 Minuten. Regelmässige Anfeuchtung. Gegen Ende der Versuche, von Nr. 31 an, schien die Elasticität unvollkommen zu werden.

1. Nr. des Versuches.	2. Belastung.	3. Differenz der- selben.	4. Länge während Belastung.	5. Differenz der- selben.	6. Differenz gegen Anfangslänge.	7. Ausdehnung auf 100.	8. Länge nach Entlastung.	9.  Bemerkungen.
1	0,0		44,0		0,0	0,00	44,0	
2	0,2	0,2	44,7	0,7	0,7	1,59	44,0	
3	0,5	0,3	45,3	0,6	1,3	2,95	44,0	
4	1,0	0,5	46,0	0,7	2,0	4,55	44,0	
5	1,5	—	47,0	1,0	3,0	6,82	44,0	
6	2,0	—	48,0	1,0	4,0	9,09	44,0	
7	2,5	—	49,0	1,0	5,0	11,36	44,0	
8	3,0	—	49,8	0,8	5,8	13,18	44,0	
9	3,5	—	50,4	0,6	6,4	14,54	44,0	
10	4,0	—	51,0	0,6	7,0	15,91	44,0	
11	4,5	—	51,6	0,6	7,6	17,27	44,0	
12	5,0	—	52,1	0,5	8,1	18,42	44,0	
13	6,0	1,0	53,0	0,9	9,0	20,45	44,0	
14	7,0	—	54,0	1,0	10,0	22,73	44,0	
15	8,0	—	55,0	1,0	11,0	25,00	44,1	
16	9,0	—	56,0	1,0	12,0	27,27	44,2	
17	10,0	—	57,0	1,0	13,0	29,55	44,2	
18	11,0	—	58,0	1,0	14,0	31,82	44,3	
19	11,5	0,5	58,5	0,5	14,5	32,95	44,3	
20	12,0	0,5	59,0	0,5	15,0	34,18	44,4	
21	13,0	1,0	59,8	0,8	15,8	35,91	44,4	
22	14,0	—	60,4	0,6	16,4	37,27	44,4	
23	15,0	—	60,9	0,5	16,9	38,41	44,4	
24	20,0	5,0	63,8	2,9	19,8	45,00	44,8	
25	25,0	—	65,4	1,6	21,4	48,64	44,9	
26	30,0	—	66,8	1,4	22,8	51,82	45,0	
27	35,0	—	68,0	1,2	24,0	54,55	45,0	
28	40,0	—	69,0	1,0	25,0	56,82	45,0	
29	50,0	10,0	69,8	0,8	25,8	58,64	45,3	
30	60,0	—	70,6	0,8	26,6	60,45		Von hier ab sind bleibende Dehnungen wahrscheinlich.
31	70,0	—	71,3	0,7	27,3	62,05	46,2	
32	80,0	—	71,9	0,6	27,9	63,41	46,3	
33	90,0	—	72,4	0,5	28,4	64,54	46,6	
34	100,0	—	72,8	0,4	28,8	65,45	47,0	
35	150,0	50,0	75,0	2,2	31,0	70,45	48,0	
36	211,5	61,5	77,0	2,0	33,0	75,00	49,0	

**Tabelle IV a.**

Ausdehnbarkeit der Vene IV, nach der Formel:

$$\frac{L_I - L}{\left(\frac{L_I + L}{2}\right) (p_I - p)} \text{ für } \frac{p + p_I}{2}$$

auf  $\frac{1 \text{ Mm.}}{1 \text{ Gramm}}$  berechnet ( $L = \text{Länge bei } p \text{ Gramm}$ ,  $L_I = \text{Länge bei } p_I \text{ Gramm}$ ).

a.	b.
Bei Belastung von:	Ausdehnbarkeit auf 1 Mm.
0,10	0,0079 .
0,35	0,0044 .
0,75	0,00307
1,25	0,0043 .
1,75	0,0042 .
2,25	0,0041 .
2,75	0,0032 .
3,25	0,0024 .
3,75	0,00237
4,25	0,00234
4,75	0,00192
5,50	0,00171
6,50	0,00187
7,50	0,00183

**Leiche B.**

39 Jahre alt, weiblich; an 10tägiger acuter Krankheit, die ohne Beziehungen zum Venensystem stand, verstorben. Von dem noch totenstarren Cadaver wurden, fast 24 Stunden nach dem Tode, am 19. Mai Abends von  $\frac{1}{2} 7$  bis 8 Uhr eine Anzahl Venen genommen, dieselben Nachts bei einer Temperatur zwischen 3 und 5° R. in Jodserum aufbewahrt; letzteres wurde am 20. früh um 8 erneuert. Temperatur jetzt 6,3° R. Untersucht wurden von dieser Leiche eine Muskelvene aus dem Biceps brachii und die Saphena vom Oberschenkel.

## Versuchsreihe VI.

Muskelvene, Ast der V. brachialis, aus dem M. biceps brachii; 1,5 Mm. im Durchmesser. Untersuchung den 20. Mai, Morgens 8—11 Uhr; also ca. 36 St. post mortem. Temperatur 15° R. Dauer des einzelnen Versuches ca. 5 Minuten. Im Uebrigen wie oben.

1. Nr. des Versuches.	2. Belastung.	3. Differenz ders.	4. Länge während Belastung.	5. Differenz ders.	6. Differenz gegen Anfangslänge.	7. Ausdehnung auf 100.	8. Länge nach Entlastung.	9. Bemerkungen.
1	0,0		15,8		0,0	0,00	15,8	
2	0,1	0,1	16,9	1,1	1,1	6,96	15,8	
3	0,2	—	17,6	0,7	1,8	11,39	15,8	
4	0,3	—	18,0	0,4	2,2	13,92	15,8	
5	0,4	—	18,6	0,6	2,8	17,82	15,8	
6	0,5	—	19,1	0,5	3,3	20,89	15,8	
7	0,6	—	19,5	0,4	3,7	23,42	15,8	
8	0,7	—	19,9	0,4	4,1	25,95	15,8	
9	0,8	—	20,2	0,3	4,4	27,85	15,8	
10	0,9	—	20,4	0,2	4,6	29,11	15,8	
11	1,0	—	20,6	0,2	4,8	30,38	15,8	
12	1,1	—	20,75	0,15	4,95	31,33	15,8	
13	1,2	—	20,9	0,15	5,1	32,28	15,8	
14	1,3	—	21,1	0,2	5,3	33,54	15,8	
15	1,4	—	21,3	0,2	5,5	34,81	15,8	
16	1,5	—	21,45	0,15	5,65	35,76	15,8	
17	2,0	0,5	22,1	0,65	6,3	39,87	15,8	
18	2,5	—	22,4	0,3	6,6	41,77	16,0	
19	3,0	—	22,7 <sup>(65)</sup>	0,3	6,9	43,67	16,0	
20	3,5	—	22,9	0,2	7,1	44,94	16,0	
21	4,0	—	23,05	0,15	7,25	45,89	16,0	
22	5,0	1,0	23,3	0,15	7,5	47,46	16,0	
23	7,0	2,0	23,75	0,45	7,95	50,32	16,0	
24	10,0	3,0	24,05	0,30	8,25	52,22	16,0	
25	12,0	2,0	24,10	0,05	8,3	52,53	16,0	
26	15,0	3,0	24,25	0,15	8,45	53,48	16,0	
27	20,0	5,0	24,85	0,60	9,05	57,28	16,3	
28	25,0	—	25,0	0,15	9,2	58,23	16,3	
29	30,0	—	25,5	0,5	9,7	61,39	16,0	
30	50,0	20,0	26,0	0,5	10,2	64,56	16,0	
31	100,0	50,0	∞	∞	∞	∞	∞	Die Vene zerriss.

## Tabelle VIa.

Ausdehnbarkeit der Vene VI, wie oben bei IV berechnet.

a.	b.
Bei Belastung von:	Ausdehnbarkeit auf 1 Mm.
0,05	0,673
0,15	0,406
0,25	0,225
0,35	0,328
0,45	0,265
0,55	0,207
0,65	0,203
0,75	0,150
0,85	0,099
0,95	0,098
1,05	0,072
1,75	0,058
2,25	0,027
3,25	0,018
3,75	0,013

**Leiche C.**

Mann in den mittleren Jahren; Tod: den 25. Mai.

**Versuchsreihe VIII.**

V. cephalica, vom rechten Oberarm. Die Versuche Nr. 1—17 den 27. Mai, Nr. 18 und 19 am 28. Im Uebrigen Alles wie oben.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Nr. des Ver- suches.	Belastung.	Differenz ders.	Länge bei Be- lastung	Differenz ders.	Differenz gegen Anfangslänge.	Ausdehnung auf 100.	Länge nach Entlastung.	Bemerkungen.
1	0,0		78,0	0,0		0,00	78,0	
2	0,5	0,5	80,5	2,5	2,5	3,25	78,5	
3	1,0	—	83,0	2,5	5,0	6,41	79,0	
4	1,5	—	84,8	1,8	6,8	8,72	79,5	
5	2,0	—	87,5	2,7	9,5	12,18	80,0	
6	3,0	1,0	91,0	3,5	13,0	14,47	80,0	
7	4,0	—	94,0	3,0	16,0	20,51	80,0	
8	5,0	—	97,5	3,5	19,5	25,00	80,0	
9	10,0	5,0	106,0	8,5	28,0	35,89	81,0	
10	20,0	10,0	111,0	5,0	33,0	42,31	82,0	
11	30,0	—	112,5	1,5	34,5	44,23	82,0	
12	40,0	—	113,2	0,7	35,2	45,13	82,0	
13	50,0	—	113,8	0,6	35,8	45,89	82,0	
14	100,0	50,0	115,4	1,6	37,4	48,08	82,5	
15	150,0	—	116,8	1,4	38,8	49,74	83,0	
16	200,0	—	118,0	1,2	40,0	51,28	83,0	
17	500,0	300,0	123,0	5,0	45,0	57,69	83,5*)	
18	1500,0	1000,0	116,0				78,0	*) Nach 24stündigem Liegen in Joderum auf 78,0 zurück.
19	2500,0	1000,0	122,5	44,5	6,5		79,5	

## III.

Die Folgerungen, welche sich aus den in den Tabellen gegebenen Zahlenreihen, sowie aus deren graphischem Abbild, den Curven ziehen lassen, sind ebenso mannigfaltig wie werthvoll.

In den Anfangsstadien zeigen sich bei den meisten Curven Unregelmässigkeiten, theilweise vielleicht Schuld der Austrocknung oder ein Beweis, dass die Vene erst bei stärkerer Belastung eine genau bestimmbare, geradlinig messbare Länge besitzt (vgl. unten) — oder aber — es handelt sich hier um einen nach unten convex verlaufenden Anfangstheil der Curve, dessen genaue Feststellung unter den obwaltenden complicirten Verhältnissen mit den zu Gebote stehenden Hilfsmitteln nicht möglich war. Im Uebrigen aber zeigen sämmtliche Curven eine sehr gute Uebereinstimmung unter einander, sowie einen ausgesprochenen Verlauf gesetzmässiger Krümmung, wenn wir von den höheren Belastungen, bei denen die elastische Nachwirkung allzu sehr stört, einstweilen absehen wollen.

Von einer gewissen Belastung an bis zu dem Augenblicke, wo die Vene nicht mehr oder nur sehr langsam nach der Entlastung auf die ursprüngliche Länge zurückgeht, d. h. durchschnittlich bis zu einer Ausdehnung um 40—50% ist die die Ausdehnung darstellende Linie eine Parabel, — oder mit anderen Worten: die Venen verlängern sich bei Belastung mit gleichmässig wachsenden Gewichten nicht gleichmässig, sondern proportional den Quadratwurzeln der Belastung.

Ich muss bekennen, dass schon Braune's Curven auf mich viel mehr den Eindruck einer Parabel als einer Hyperbel machten, und die durch meine eigenen Untersuchungen gewonnenen Zahlen haben diese Vermuthung durchaus bestätigt. Ein Mathematiker von Fach, Herr Privatdocent Dr. Frege hierselbst, hat die Güte gehabt, einige Versuchsreihen nachzurechnen und hat eine vollständig genügende Uebereinstimmung zwischen der Beobachtung mit ihren unvermeidlichen Fehlern und der Parabelgleichung constatirt. Die Fehlerquadrate betrugen höchstens Zehntel-, meist nur Hundertstel-Millimeter.

Von dem Punkte an, wo die Vene nach der Entlastung sehr langsam oder gar nicht mehr auf die frühere Länge (immer ab-

gesehen von bleibenden Dehnungen) zurückkehrt, geht die Parabel in eine langsam aufsteigende Linie über, die sich, soweit die Beobachtungen reichen, schwer von einer geraden unterscheiden lässt.

Es können gegen dieses Resultat, d. h. zunächst gegen die Untersuchungsmethode, durch welche ich zu demselben gelangt bin, eine Reihe von Einwürfen gemacht werden, Einwürfe, die ich mir selber gemacht habe, deren Berechtigung theilweise unzweifelhaft feststeht, die aber andererseits, soweit ich sehe, Fehlerquellen betreffen, welche niemals bei derartigen Untersuchungen werden vermieden werden können.

### Einwürfe und Prüfung derselben.

#### 1) Das Material war nicht absolut frisch.

Als Aufgabe war eine Erforschung der elastischen Eigenschaften der Venen beim Menschen gestellt, da gerade hier eigenthümliche mechanische Verhältnisse vorliegen — eine den Anatomen und Physiologen nicht minder wie den Chirurgen, Gynäkologen und inneren Klinikern bekannte Thatsache. Bei unseren socialen Verhältnissen indess ist es so gut wie unmöglich, abgesehen von ganz besonders glücklichen Umständen (Operationen u. dgl.), absolut frisches Material zu erhalten. Aber auch dieses beginnt augenblicklich abzusterben, auch dieses bleibt während einer Untersuchungsreihe von mehreren Stunden gewiss nicht mehr frisch. Vielleicht ist es sogar besser, 2 oder 3 Tage nach dem Tode zu untersuchen, statt gleich nachher, weil in der späteren Periode das während eines 2—3stündigen Versuches fortschreitende Absterben höchst wahrscheinlich minimale Differenzen zwischen Anfang und Ende des Versuches verursacht, während ein bald nach dem Tode vorgenommener Versuch relativ stärkeren sich abspielenden Veränderungen begegnen würde — oder mit andern Worten, 2 Stunden sind auf 2 Tage wenig, auf einige Stunden sehr viel. Ausserdem geht das Absterben der organischen Gewebe bekanntlich Anfangs sehr schnell, und bei gewissen Geweben, zu denen das elastische und Bindegewebe gehören, von einem gewissen Zeitpunkte an sehr langsam vor sich. Absolut frisches Gewebe gibt es daher eigentlich nur im Lebenden; davon konnte also keine Rede sein.

Aber auch thierische Venen boten aus diesem Grunde keine Garantie; hier hätte, wie es ja für Muskeln von den oben genannten Forschern theilweise geschehen ist, schliesslich doch auch in vivo

experimentirt werdenn müsse; da hier nur Thiere mit grösseren Gefässen in Betracht kamen, d. h. solche, die hierin dem Menschen nahe stehen, musste wiederum aus sehr einfachen äusseren Gründen davon abgesehen werden. Es dürfte also ebenso schwer sein, absolut frisches thierisches Material experimentell zu prüfen, wie solches vom Menschen. — Schliesslich aber muss auf die Ausführungen hingewiesen werden, die an die Besprechung der Wertheim'schen Versuche geknüpft wurden (s. S. 26.). Und mein Material war höchstens 3 Tage alt und lag kalt; auch zeigten sich keine erkennbaren Unterschiede, ob die Venen nun 1 $\frac{1}{2}$ , 2 oder 3 Tage nach dem Tode untersucht wurden.

2) Hat das Bepinseln mit Jodserum während der Versuche und die Aufbewahrung der Venen in dieser Flüssigkeit störend eingewirkt?

Dass ein kurzes Aufbewahren in Jodserum organische Gewebe ausserordentlich wenig verändert, dürfte allgemein anerkannt sein; so war mir auch nicht erfindlich, dass das frische Serum oder die minimalen Mengen Jod die Venenwandung hätten destruiren sollen. Das einzige Bedenken ist die Quellung, welche die Gewebe im Serum wie in anderen Flüssigkeiten erleiden. Diese Quellung könnte eine Verkürzung des Gefässes herbeiführen. Aber gibt es denn ein geeigneteres Mittel zur Aufbewahrung für solche Untersuchungen? Und dass ein regelmässiges Feuchterhalten des Gefässes absolut nöthig war, zeigten die ersten Versuchsreihen, wo sofort eine Verkürzung oder zu geringe Verlängerung beim Eintrocknen der Wandung eintrat. Der feuchte Zustand der Vene ist aber doch gewiss das Natürliche und sie diesem natürlichen Zustande durch ein anderes Mittel näher zu bringen, als durch Jodserum, dürfte noch nicht gelungen sein, ohne anderweitige Nebenwirkungen herbeizuführen.

3) Bei höheren Belastungen ist die vollständige Ausdehnung sowie das Zurückgehen der Vene auf die Anfangslänge nicht abgewartet worden.

Aus W. Weber's, sowie eigenen, an einem sehr dehnbaren und vollkommen elastischen Körper angestellten Versuchen (s. u.) geht hervor, dass die elastische Nachwirkung bei organischen Körpern nicht nur Stunden, sondern Tage braucht, um die definitive Längenänderung derselben in die Erscheinung treten zu lassen; — ja, streng genommen ist die erforderliche Zeit =  $\infty$ , die Curve asymptotisch. Es war aber unmöglich, auch nur Stunden auf eine Versuchsnummer zu verwenden, da doch das natürliche Be-



streben vorlag, das Material in möglichst gleichmässigem Zustande zu untersuchen. Ob nun 3 oder 5 Min. belastet, und ob 3 oder 5 Min. nach der Entlastung auf das Zurückgehen der Vene gewartet wurde, war von dem höheren Gesichtspunkte aus gleichgiltig, da auf absolut genaue Resultate, wenn man nicht eben bis zum jüngsten Tage warten wollte, — für höhere Belastungen wenigstens — doch verzichtet werden musste. Es wurde daher durchschnittlich, wo nicht etwas Besonderes in den Tabellen angegeben, bei jeder einzelnen Versuchsreihe dieselbe Zeit auf die einzelne Nr. verwandt. Diese Zeit hat bei grösserer Uebung und Ruhe nicht ab-, sondern zugenommen, wie ein Vergleich der Vorbemerkungen bei den Reihen zeigt. — Nun erfordern allerdings höhere Belastungen grössere Zeiträume für die Nachwirkung, so dass selbst, wenn ich genau dieselbe Zeit auf Belastet- und Entlastet-Sein der Vene und genau dieselbe Zeit für jede Versuchsnummer derselben Reihe verwandt hätte, durchaus noch nicht die Nachwirkung in jedesmal demselben Stadium gemessen hätte. (Vgl. oben: Wundt gegen Volkmann.) Dass die Zahlen trotz alledem noch zu Vergleichen brauchbar sind, zeigen meine Curven. Allgemeine Gesetze hingegen aus den Versuchen mit höheren Belastungen ableiten zu wollen, erscheint in Anbetracht der besprochenen Verhältnisse mindestens gewagt — und verzichte ich einstweilen vollständig darauf. Von sehr wesentlicher Bedeutung ist nun noch der Umstand, dass die Venen während des Lebens niemals so lange Zeiträume hindurch und so stark belastet ausgedehnt werden, dass die volle der Belastung entsprechende Ausdehnung eintritt — und dass andererseits ebenso wenig Tage lange Zeiträume vorhanden sind, um das Zurückgehen zu ermöglichen. Da nun das Eine so wenig wie das Andere im Organismus der Fall, ähneln die Verhältnisse sehr denjenigen, wie sie meine Experimente beherrschten — und diese Thatsache gerade macht die Resultate speciell für den Organismus verwerthbar.

Die meinen Untersuchungen zu machenden Einwürfe beziehen sich somit theils auf absolut unvermeidliche Fehlerquellen, theils auf unwesentliche Punkte. Einen positiven Beweis für die Genauigkeit und allgemeinere Gültigkeit meiner Beobachtungen glaube ich in dem glatten, regelmässigen Verlauf der Curven, sowie in dem Umstande erblicken zu dürfen, dass die Zahlen für die Saphena wie für die Cephalica in verschiedenen Reihen, obwohl die Versuche zu verschiedenen Zeiten und an verschieden alten Venen angestellt wurden, sehr gut mit einander übereinstimmen,

wie die folgende Zusammenstellung zeigt.<sup>1)</sup> Die Differenzen der procentischen Ausdehnungen sind fast durchgehend ausserordentlich geringfügig:

Saphena magna, Oberschenkel.				Cephalica.			
Belastung.	Ausdehnung in %		Differenz von IV u. VII	Belastung.	Ausdehnung in %		Differenz von II u. VIII
	Reihe IV	Reihe VII			Reihe II	Reihe VIII	
2,0	9,09	10,26	—1,17	0,5	3,19	3,25	—0,06
2,5	11,36	10,93	+0,43	1,0	6,22	6,41	—0,19
3,0	13,18	12,80	+0,38	1,5	9,24	8,72	+0,52
5,0	18,42	14,00	+4,42	2,0	12,27	12,18	+0,09
8,0	25,00	24,67	+0,33	3,0	17,31	14,47	+2,84
10,0	29,55	28,66	+0,89	4,0	21,18	20,51	+0,67
13,0	35,91			5,0	24,71	25,00	—0,29
13,5		35,33		10,0	34,96	35,89	—0,93
18,5		41,60		19,0	41,51		
20,0	45,00			20,0		42,31	
23,5		46,67					
25,0	48,64						
30,0	51,82						
33,5		52,53					
35,0	54,55						

Ferner entsteht die Frage: gilt der oben aufgestellte Satz für alle Venen?

So weit meine Beobachtungen reichen, ist diese Frage zu bejahen. Direct nachgewiesen habe ich, dass sich Saphena magna an Ober- und Unterschenkel, ein Hautast der ersteren, Cephalica an Ober- und Unterarm, Basilica und ein Muskelast der Brachialis übereinstimmend verhalten. Die Differenzen, welche in dem steileren oder flacheren Ansteigen der Curve sich zeigen, stören bekanntlich das allgemeine Parabelgesetz nicht im mindesten, sie hängen von einer Constante ab, welche hier wiederum eine Function der Stärke und des anatomischen Baues der Venenwand ist. Dass sich, bei übrigens ganz gleichen Bedingungen, ein dünnerer Haut- oder Muskelast bei gleicher Belastung stärker ausdehnen wird, als Saphena magna, liegt ja auf der Hand. Die Curven wären nur dann direct vergleichbar gewesen, wenn die Zahlen auf dieselbe Volumeneinheit, nicht nur Längeneinheit, berechnet worden wären. Das Volumen eines Gebildes, wie eine Vene, aber auch nur annähernd richtig zu bestimmen, —

<sup>1)</sup> Die Untersuchungen II und VII sind nicht in extenso mitgetheilt worden. Vgl. S. 33.

dazu fehlten mir durchaus die Mittel. Aus diesem Grunde habe ich selbstverständlich auch von jeglichem Versuch, die Elasticitätscoefficienten der verschiedenen Venen zu bestimmen, Abstand nehmen müssen. Ausserdem aber handelt es sich nicht nur um rein verschiedene quantitative Differenzen der Wandungsstärke, sondern, wie ja im Allgemeinen bereits bekannt (und wie mir später mitzutheilende eigene Untersuchungen speciell nachgewiesen haben) um sehr wesentliche qualitative, Structurdifferenzen, die durchaus nicht mit den quantitativen Hand in Hand gehen. Nun besitzen ja die verschiedenen in den Aufbau der Venenwandung eingehenden Gewebe sehr verschiedene Elasticitätscoefficienten, wie das der für das eine derselben κατ' ἐξοχήν geltende Name „elastisches Gewebe“ man weiss nicht recht ob zu leugnen oder anzuerkennen scheint.

Sonach mussten selbstverständlich die einzelnen Curven verschiedene Gestaltung annehmen, wenn sie auch alle derselben Gattung angehören.

Aber die Unmöglichkeit, genügend genaue Masse von dem Volumen der Vene zu erhalten, zweitens die Unmöglichkeit, die einzelnen Gewebe isolirt in genügender Menge auf ihr elastisches Verhalten zu untersuchen, drittens die Unmöglichkeit, die einzelnen Antheile der durcheinander gewebten Substanzen (elastisches —, Bindegewebe, Muskeln) zu messen — machen die Aufgabe, Beziehungen zwischen morphologischem und elastischem Verhalten der Venenwand nicht nur als vorhanden nachzuweisen, sondern dieselben exact, mathematisch greifbar, darzustellen, zu einer unlösbaren. Nur so viel habe ich constatiren können, dass von allen untersuchten Venen der 1,5 Mm. im Durchmesser betragende Muskelast der V. brachialis die besten, reinsten Resultate gab, eine sehr vollkommene Elasticität bis zu hohen Belastungen bewahrte, relativ schnell verlaufende elastische Nachwirkung zeigte. Hier liegt ein Fall vor, wo die Beziehungen zwischen dem Bau und dem physikalischen Verhalten der Wandung klar zu Tage treten, weil der erstere relativ einfach ist, wie in den ferneren Beiträgen zur Kenntniss des Venensystems des Näheren erörtert werden soll.

Aber bei all' den Verschiedenheiten, welche die untersuchten Venen quantitativ und qualitativ darbieten, lässt sich ein und dasselbe Gesetz für die Ausdehnungen nachweisen — und wir dürfen ganz gewiss das für die untersuchten Venen übereinstimmend gefundene auf die übrigen Venen des Körpers ausdehnen.

## IV.

Sind wir vielleicht aber sogar berechtigt, für das Gesetz die Giltigkeit in noch weit ausgedehnterem Masse, für alle anderen organischen Körper, vielleicht für alle Körper überhaupt zu beanspruchen? Diese allgemeine Frage zu beantworten liegt allerdings nicht in dem Zwecke meiner Untersuchung, — abgesehen von allem Anderen würde dies doch allzuweit von der Aufgabe der allgemeinen Anatomie abliegen.

Trotzdem erschien es mir absolut nothwendig, zur Controle der Venen Versuche ähnliche an einem Körper anzustellen, der nicht so vielen fremden Einflüssen zugänglich ist wie jene. Ich wählte hierzu das Gummi elasticum, welches sich durch sehr vollkommene, aber quantitativ geringe Elasticität, also durch relativ grosse Verlängerung bei kleinen Belastungen auszeichnet. Zu meiner grossen Ueberraschung fand ich nun beim Gummi ein auf den ersten Blick durchaus abweichend erscheinendes Verhalten, wenigstens bei kleinen und mittleren Belastungen; erst bei stärkeren Gewichten fand sich auch hier eine nach unten concave Curve. Uebrigens hat bereits früher (eine Thatsache, die mir bei Anstellung meiner Versuche noch unbekannt war) Horvath<sup>1)</sup> Stränge und Röhren von vulkanisirtem Kautschuk auf Elasticität untersucht und gefunden, „dass die Dehnbarkeit des Kautschuks dem Gewichte nicht direct proportional verläuft und dass die Elasticität des Kautschuks, vom Anfange an gerechnet, immer abnimmt, bis zu einer gewissen Grenze, um dann wiederum fast in derselben Weise zuzunehmen“ (l. c. S. 757). Zu einem ähnlichen Resultate bin ich für das Gummi gleichfalls gelangt. Ich habe verschiedene Versuche an cylindrischen und bandartigen Gummistücken (Röhren hatte ich nicht zur Verfügung) angestellt; alle ergaben dasselbe Resultat, wie die hier folgenden Tabellen No. IX—XII nebst den dazu gehörigen Curven (s. Tafel I) zeigen.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Zur Lehre von der Elasticität. Medic. Centralblatt 1873. S. 753—758. — Vgl. oben.

<sup>2)</sup> Die Horvath'schen Versuche sind bei weitem nicht so genau ausgeführt, wie die meinigen; wenigstens werden dort nur ganze Millimeter angegeben, während ich auch hier auf  $\frac{1}{10}$  Mm. genau gemessen habe. Ob Horvath die elastische Nachwirkung gekannt und berücksichtigt hat, muss zweifelhaft erscheinen, wenn man die unregelmässigen Differenzenzahlen extrahirt, erwähnt

**Tabelle IX.**

Gummistrang, cylindrisch; Länge (ohne Belastung nicht genau bestimmbar) bei 1,0 Gramm = 40,0. Dies wurde als „Anfangslänge“ genommen; Entlastung sonach = Belastung mit 1,0. Durchmesser = 1,55 Mm. Temperatur 16° R.

a. Nr. des Versuches.	b. Belastung.	c. Differenz ders.	d. Länge bei Belastung.	e. Differenz ders.	f. Differenz gegen Anfangslänge.	g. Verlängerung auf 100	h. Länge gleich nach Entlastung.	i. 2. Diff. Quotient
1	1,0		40,0		0,0	0,00	(40,0)	
2	2,0	1,0	40,4	0,4	0,4	1,00		+
3	5,0	3,0	41,4	1,0	1,4	3,50		+
4	11,5	6,5	43,85	2,45	3,85	9,625		+
5	16,5	5,0	45,9	2,05	5,9	14,75		+
6	21,5	5,0	48,0	2,1	8,0	20,00		+
7	31,5	10,0	53,0	5,0	13,0	32,50		+
8	41,5	10,0	60,0	7,0	20,0	50,00	40,0	+
9	50,0	8,5	68,0	8,0	28,0	70,00		+
10	60,0	10,0	79,8	11,8	39,8	99,50	40,6	+
11	70,0	—	91,5	11,7	51,5	128,75		+
12	80,0	—	105,5	14,0	65,5	163,75	41,0	+
13	90,0	—	120,0	14,5	80,0	200,00	42,0	+
14	100,0	—	134,0	14,0	94,0	235,00	43,0	+
15	200,0	100,0	219,5	85,5	179,5	448,75		—
16	300,0	100,0	251,0	32,5	211,0	527,75	41,0	—
17	500,0	200,0	283,0	32,0	243,0	607,50	43,0	—

**Tabelle X.**

Gummiband, bei 1,0 Belastung 40,0 lang; 8,0 breit; 0,475 dick.

wird sie jedenfalls nicht. Und wenn 25 Versuche in 8 Minuten, oder 30 in 11 Min. gemacht wurden, ist die Nachwirkung wohl etwas schlecht davon gekommen! Ferner wurde successiv, um 50 Gramm steigend, belastet, ohne dazwischen zu entlasten, so dass jede Controlle fehlt, ob nicht die Elasticitätsgrenze überschritten wurde. Das Resultat der successiven Entlastung um 50 Gramm war dann schliesslich eine Länge von 22 gegen Anfangs 10 „Mm.“ (Sollte es nicht „Centimeter“ heissen? „Mm.“ steht allerdings 5 Mal! das scheint mir aber etwas sehr wenig!)

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.
Nr. des Ver- suches.	Belastung.	Differenz ders.	Länge bei Be- lastung.	Differenz ders.	Differenz gegen Anfangslänge.	Verlängerung auf 100.	Länge gleich nach Ent- lastung.	Bemerkungen.
1	1,0		40,0		0,0	0,00	40,0	
2	1,5	0,5	40,3	0,3	0,3			
3	2,0	0,5	40,45	0,15	0,45			
4	5,0	3,0	41,05	0,6	1,05	2,625		
5	11,5	6,5	42,0	0,95	2,0	5,00		
6	16,5	5,0	43,0	1,0	3,0	7,50		
7	25,0	8,5	44,4	1,4	4,4	11,00		
8	30,0	5,0	45,9	1,5	5,9	14,75		
9	35,0	—	46,75	0,85	6,75	16,875	40,0	
10	40,0	—	47,5	0,75	7,5	18,75		
11	45,0	—	48,7	1,2	8,7	21,75		
12	50,0	—	49,95	1,25	9,95	24,875		
13	60,0	10,0	52,8	2,85	12,8	32,00	40,0	
14	70,0	—	55,0	2,2	15,0	37,50		
15	80,0	—	57,7	2,7	17,7	44,25		
16	90,0	—	61,0	3,3	21,0	52,50		
17	100,0	—	65,4	4,4	25,4	63,50		
18	150,0	50,0	89,3	23,9	49,3	123,25		
19	200,0	—	118,0	28,7	78,0	195,00	41,0	Später auf 40,0 zurück.

Tabelle XI.

Gummiband, bei 2,0 Belastung 63,8 lang; 6,0 breit; 0,875 dick.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.
No.	Belastung.	Differenz.	Länge bei Belastung.	Differenz.	Differenz gegen An- fangslänge.	Verlänge- rung auf 100	Länge gleich nach Entlastung.
1	2,0		63,8		0,0	0,00	
2	3,0	1,0	64,2	0,4	0,4	0,63	
3	4,0	1,0	64,6	0,4	0,8	1,25	
4	5,0	1,0	65,0	0,4	1,2	1,88	
5	7,0	2,0	65,2	0,2	1,4	2,19	
6	10,0	3,0	65,5	0,3	1,7	2,66	
7	13,5	3,5	65,9	0,4	2,1	3,29	
8	18,5	5,0	66,5	0,6	2,7	4,23	
9	25,0	6,5	67,9	1,4	4,1	6,43	
10	30,0	5,0	68,6	0,7	4,8	7,52	
11	35,0	5,0	69,4	0,8	5,6	8,78	
12	45,0	10,0	71,1	1,7	7,3	11,44	
13	55,0	—	73,0	1,9	9,2	14,42	
14	65,0	—	75,0	2,0	11,2	17,55	
15	75,0	—	77,1	2,1	13,3	20,85	
16	100,0	25,0	83,6	6,5	19,8	31,34	64,4
17	2,0		62,2				
18	150,0	148,0	97,7		35,5		
19	200,0	50,0	122,5		60,3		

Tabelle XIa.

Bei Belastung von	Ausdehnbar- keit.:	Bei Zunahme der Belastung um	Zunahme der Ausdehnbar- keit.:
2,5	0,00625		
8,5	0,0015	6,0	
11,75	0,0017	3,25	0,00020
27,5	0,00205	15,75	0,00035
32,5	0,00232	5,0	0,00027
40,0	0,00242	7,5	0,00010
50,0	0,00264	10,0	0,00022
60,0	0,00270	10,0	0,00006
70,0	0,00276	10,0	0,00006
87,5	0,00326	17,5	0,00050
125,0	0,00386	37,5	0,00060
175,0	0,00450	50,0	0,00064

Tabelle XII.

Gummiband, 6 Mm. breit; 0,875 dick; bei Belastung mit der Klemme (13,5) 56,5 Mm. lang. Dies als Anfangslänge genommen; Entlastung bis auf die Klemme. Den 3. August 1877. Temperatur 16° R.

No.	Belastung.	Zeit.	Länge bei Belastung.	Differenz gegen Anfangslänge.	Länge nach Entlastung.	Zeit.	2. Differenz- Quotient.	Bemerkungen.
1.	13,5		56,5		56,5			
2.	113,5		75,0	18,5	56,5			
3.	213,5	11U.12	120,0	63,5	57,0	11U.17	+	
					56,0	11.20		
4.	313,5	11.20						
		11.23	176,4					
		11.26	180,5					
		11.28	181,3					
		11.30	181,5	125,0.			+	
					59,7	11.30		
					58,3	11.33		
					57,8	11.36		
					57,0	12 Uhr		
5.	513,5	12.02						
		12.10	264,0					
		12.20	273,0					
		12.25	275,0					
		12.30	276,0					
		12.33	270,0	219,5			—	
					62,6	12.36		
					59,8	3.46		
6.	1013,5	4 Uhr	382	(325,5)				
		4.05	*)					
7.	1013,5	4.10	389					
		4.25	396					
		4.17	*)	ca. 345			—	
					64,0	4.25		

\*) Die Klemme glitt ab; die Marke wurde etwas verändert.

\*) Die Klemme glitt ab, als es ca. 400 Mm. waren.

Am anderen Tage war das Gummiband wieder auf seine Anfangslänge zurückgekehrt.



Die Versuchsreihen IX, X und XI sind in ganz analoger Weise, wie die Versuche an den Venen angestellt; die Dauer der einzelnen Nummer betrug bei kleinen und mittleren Belastungen 3—5 Minuten, bei höheren mehr; aber bei diesen drei Reihen wurde nicht die definitive Ausdehnung abgewartet. Befeuchtet wurde der Gummi natürlich nicht; dafür habe ich ihn vor den Versuchen durch öfter wiederholtes Dehnen möglichst homogen zu machen, sowie bleibende Dehnungen bei den Belastungsversuchen nach Kräften auszuschliessen versucht.

Der Reihe IX lag ein cylindrischer Strang, den Reihen X—XII Bänder zu Grunde; das bei X war um 0,475 dick; das für XI und XII verwandte (ein und dasselbe) 0,875. Bei Reihe XII sind höhere Belastungen angewandt worden und die definitive Verlängerung gemessen, soweit es eben möglich war. Ich denke, die Tabellen werden für Alle, die sich für diese Fragen interessiren, verständlich sein; die Rubriken sind genau bezeichnet und verzichte ich deshalb hier auf eine specielle Auseinandersetzung der Resultate. —

Vergleichen wir nun im Allgemeinen die Erscheinungen, welche Belastung und Entlastung bei Venen und beim Gummi hervorrufen. Wesentlich verschieden erscheint der Anfang der Curve bei beiden Geweben; man vergleiche die Curve IXa, X, XI einerseits mit III bis VIII andererseits. Aber auch bei letzteren fand sich einige Mal eine Einbiegung der Art, dass die Curve eine Strecke weit nach unten convex verläuft, wie beim Gummi.

Dagegen verläuft die Linie bei höheren Belastungen, bei Gummi ebenso wie bei Venen, d. h. in Form einer Parabel.

Diese hohen Belastungen beim Gummi haben, was speciell etwaigen Einwänden gegenüber bemerkt wird, die Elasticitätszweige nicht überschritten. Der Körper kehrte vollständig wieder zu seiner früheren Länge zurück — und hielt noch mehrfache Versuche hindurch ohne Veränderung aus.

Ich bin natürlich weit entfernt, die Resultate am Gummi als allgemein gültige, also z. B. die Curve IXb als Ausdruck des allgemeinen Elasticitätsgesetzes hinzustellen; ich möchte aber doch darauf hinweisen, dass die grossen Schwierigkeiten, welche eine genaue Längenmessung der Venen ohne oder mit sehr geringer Belastung mit sich führt, eine Erklärung dafür sein können, dass eine Uebereinstimmung mit dem Gummi hier, wenigstens bei den meisten Versuchen, fehlte. Es wäre aber sehr wohl denkbar, dass das convexe Stadium der Curve bei den Venen durch Beobachtungs-

fehler verdeckt wurde, und dass dasselbe absolut sehr kurz ist, d. h. — dass die Curve dort sehr bald in eine concave übergeht. Der Gummi dehnt sich ja in so enorm viel stärkerer Weise aus, als die Venen, dass wir directe Vergleiche, die Belastung und procentige Ausdehnung betreffend, nicht anstellen dürfen. Betrachten wir nun einmal die Zahlen für sehr kleine Belastungen der Venen, so stellt sich für die meisten Versuchsreihen anfangs eine unverhältnissmässige Zunahme der Verlängerung, eine anwachsende Differenz in Col. 6 — oder mathematisch gesprochen, ein positiver 2. Differentialquotient und somit ein nach unten convexes Stück Curve heraus:

Reihe I:	P*)	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
	0,1	0,6	
	0,2	0,9	+0,3
	0,3	1,1	+0,2

Reihe II zeigte anfangs auffallend oft + D<sub>2</sub>; aber abwechselnd mit —, so dass wohl Beobachtungsfehler oder Unregelmässigkeiten in der Ausdehnung vorlagen, wie sie ja sehr erklärlich sind.

Reihe IV:	P:	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
	0,5		
	1,0	0,7	
	1,5	1,0	+0,3
	2,0	1,0	+0,0
	2,5	1,0	+0,0

Reihe V:	0,1	0,2	
	0,2	0,7	+0,5
	0,3	1,1	+0,4

Reihe VI:	0,1	1,1	
	0,2	0,7	—0,4
	0,3	0,4	—0,3
	0,4	0,6	+0,2

Reihe VII:	0,5	1,4	
	1,0	1,8	+0,4

Reihe VIII:	1,0	2,5	
	1,5	1,8	—0,7
	2,0	2,7	+0,9

Sonach liesse sich die Möglichkeit, dass auch bei den Venen eine unverhältnissmässig grosse Zunahme der Verlängerung bei

\*) P = Belastung, D<sub>1</sub> = Verlängerung D<sub>2</sub> Differenzen derselben.

geringen Belastungen gesetzmässig vorkomme, nicht von der Hand weisen. Meine Untersuchungsmethode war nicht fein genug, um hier einen Beweis zu liefern, aber die Wahrscheinlichkeit wird durch die Analogie, um nicht zu sagen Homologie, beim Gummi sehr erhöht. Ja noch mehr, die Zahlen, welche Wertheim<sup>1)</sup> für das Eisen gegeben hat, scheinen meine Vermuthung, dass wir hier einem allgemeinen Gesetze auf der Spur sind, zu bestätigen.

Anders scheint es sich allerdings mit Kupfer, Gold, Silber zu verhalten, obwohl auch dort theilweise wenigstens eine Uebereinstimmung sich nachweisen lässt. Doch lassen wir die Zahlen selber sprechen! Ich gebe die von Wundt<sup>2)</sup> (vgl. oben S. 27) gemachte Zusammenstellung aus eigenen Versuchen an organischen Körpern und die von Wertheim stammenden Zahlen für die Metalle.

Rubrik a) enthält das Verhältniss der Belastungen zu einander, bei 1 steht in Klammern das wirkliche Gewicht in Grammen auf den □ Mm. Querschnitt, unter b) stehen die beobachteten, unter c) die berechneten Verlängerungen auf ein Meter Länge bezogen, unter d) die Abweichung der Werthe für b) und c).

#### 1) Sehne:

a)	b)	c)	d)
1(0,533)	0,319	0,367	— 0,048
2	0,638	0,734	— 0,096
5	1,916	1,835	+ 0,081
10	4,153	3,671	+ 0,482

#### 2) Arterie:

a)	b)	c)	d)
1(0,236)	3,260	3,450	— 0,190
2	6,630	6,900	— 0,270
5	17,391	17,250	+ 0,141
10	36,413	34,500	+ 1,913 !

#### 3) Nerv:

a)	b)	c)	d)
1(0,710)	0,716	0,716	+ 0,000
2	1,498	1,432	+ 0,066
5	3,615	3,581	+ 0,034
10	7,166	7,163	+ 0,003

<sup>1)</sup> Annales de Chemie et de Physique. 3. Ser. T. 12. S. 414 ff.

<sup>2)</sup> Ueber die Elasticität der organischen Gewebe. Verh. des naturh.-medic. Vereins zu Heidelberg. 1860. S. 39 und 40.

## 4) Muskel:

a)	b)	c)	d)
1(0,325)	1,212	1,090	+0,122
2	2,141	2,180	—0,039
5	6,505	5,451	+1,154!
10	9,696	10,903	—1,207!

## Kupfer:

a)	b)	c)	d)
1(400)	0,292	0,302	—0,010
2	0,660	0,604	+0,056
3	0,997	0,906	+0,091
4	1,282	1,208	+0,074
5	1,562	1,510	+0,052

## Eisen:

a)	b)	c)	d)
1(500)	0,273	0,257	+0,016
2	0,441	0,514	—0,073
3	0,753	0,771	—0,018
4	0,987	1,028	—0,041
6	1,445	1,546	—0,101

## Gold:

a)	b)	c)	d)
1(400)	0,469	0,586	—0,117
1,5	0,910	0,879	+0,031
2	1,323	1,172	+0,151!
2,625	1,848	1,539	+0,309!

## Silber:

a)	b)	c)	d)
1(100)	0,075	0,104	—0,029
2	0,302	0,208	+0,094
4	0,483	0,416	+0,067
8	0,966	0,832	+0,134
16	2,144	1,664	+0,480
20	2,673	2,080	+0,587

Wundt wollte durch diese Zahlen eine Proportionalität zwischen Gewichts- und Längenvermehrung, sowohl bei den organischen wie den unorganischen Körpern beweisen — ich finde aber, die Abweichungen zwischen beobachteter und berechneter Verlängerung sind recht erheblich. Sie erscheinen auf den ersten Blick bei den organischen Substanzen stärker — weil die

Ausdehnungen, infolge der geringeren Elasticität, viel grössere sind. Die Differenzen sind am kleinsten beim Nerv und haben dort alle dasselbe Vorzeichen, bei der Sehne und der Arterie finden wir: —, —, +, +; beim Muskel: +, —, +, —.

Von den Metallen zeigen Gold und Silber übereinstimmend zuerst eine negative, dann nur positive und stetig anwachsende Differenzen, die Ausdehnungscurve verläuft also oberhalb der geraden Linie für die Proportionalität und zwar, abgesehen von der ersten Ziffer, nach unten convex, ähnlich wie beim Gummi, dem die beiden in Rede stehenden Metalle, was die Qualität der Elasticität betrifft, sehr viel näher stehen, als Eisen und Kupfer. Dieses letztere zeigt eine anfangs convexe, dann von der dritten Ziffer an concave Curve, während das Eisen, von den 8 Substanzen der vollkommenst elastische Körper, abgesehen von der positiven Differenz bei 1 und der Schwankung in der zweiten Zahl, stets sich vergössernde negative Differenzwerthe, d. h. einen negativen 2. Differentialquotienten, sonach eine nach unten concave Curve von 2—6, mit einer Anfangs-Convexität darbietet. Also, es handelt sich beim Eisen in der That von einer gewissen Grenze an um eine allmähig hinter der Belastung Schritt für Schritt zurückbleibende Ausdehnung, d. h. das Eisen steht in dieser Beziehung unseren Venen unter den 4 Metallen am nächsten, während Gold und Silber dem Gummi sich nähern. Die Curve für den Nerv sieht wiederum denen für Eisen und Vene ähnlich. — Specieller in diese Dinge einzugehen, ist hier nicht des Ortes.

Es sei nur zum Schluss dieser allgemeinen Betrachtungen gestattet, in Kürze einige Sätze aufzustellen, welche sich mir als sehr wahrscheinlich ergeben haben:

1) Das allgemeine Elasticitätsgesetz gilt für organische und unorganische Körper, die sich nur in Bezug auf den Grad (Elasticitätscoefficient) und die Vollkommenheit der Elasticität unterscheiden.

2) Dies Gesetz wird weder durch eine Linie ersten (gerade) noch 2. Grades (Parabel, Hyperbel, Ellipse) vollständig erschöpfend ausgedrückt, sondern durch eine Curve, deren Gleichung mindestens 3. Grades ist.

3) Diese Curve verläuft anfangs convex, dann concav (nach unten). Eine grössere Strecke derselben, nämlich die in der Nähe des Punktes gelegene, wo die Convexität in die Concavität,

der positive in den negativen 2. Differentialquotienten übergeht, erscheint als gerade Linie.

4) Mathematisch betrachtet ist es nur ein Punkt, der aber, da sich der Werth des 2. Differentialquotienten sehr langsam dem Nullwerth nähert und ebenso langsam von ihm entfernt, die Mitte eines Curvenabschnittes anzeigt, den man für eine gerade Linie gehalten hat. Hierauf reducirt sich die behauptete Proportionalität zwischen Spannung und Ausdehnung.

5) Darauf folgt ein Curvenstück, welches, für sich betrachtet, einer Parabel sehr genau entspricht.

## V.

Eine Erscheinung von ausserordentlicher Bedeutung für die ganze Elasticitätslehre ist unbestritten die elastische Nachwirkung. Dieselbe hat meine Versuche an die Venen, wo sie sehr langsam verläuft, auf das empfindlichste gestört und erschwert und lag es nahe, bei einem weniger veränderlichen Körper, wie z. B. dem Gummi, Art und Verlauf derselben kennen zu lernen. Ja, da für die in der Tab. IX—XI mitgetheilten Versuche auf jede Nummer durchschnittlich weniger als 10 Minuten verwandt worden war, musste dem Vorwurf, dass die endliche Ausdehnung nicht abgewartet worden, begegnet werden. In der Versuchsreihe XII habe ich nun an demselben Stück Gummiband, an welchem Reihe XI angestellt war, den Grenzwert für einige stärkere Belastungen, sowie die Zeit, welche nöthig ist, um ihn zu erreichen, wenigstens annähernd zu bestimmen gesucht.

Die Tabelle wird für alle Interessenten klar sein. Trotzdem hier nun für hohe Belastungen die Annäherung an den Grenzwert, soweit es ging, versucht wurde, zeigt sich auch hier, dass die Verlängerungen bei den höheren Belastungen nicht mehr Schritt halten, dass der 2. Differentialquotient negativ wird.

Um nun aber ein Bild von dem zeitlichen Verlaufe der elastischen Nachwirkung bei fortgesetzter Belastung — oder von der Art und Weise, wie der Grenzwert der Verlängerung zeitlich erreicht (oder vielmehr nicht erreicht) wird, zu erhalten, habe ich das Gummiband, (vor Versuch XII) einer länger andauernden constanten Belastung unterworfen, — das eine Mal (XIII) mit

111,5 Gramm 18 Stunden lang, das andere mit 31,5 Gramm 24 Stunden hängen lassen.

Tabelle XIII.

Gummiband, bei 2,0 Gramm = 63,0 lang; 6,0 breit; 0,875 dick. Constante Belastung mit 111,5 Gramm. 18 Stunden lang.

a. Nr. des Versuches.	b. Zeitpunkt. Tag. Stunde Min.	c. Zeitdifferenz vom Anfang in Minuten.	d. Zeitdifferenz zwischen den Nr.	e. Länge bei constanter Be- lastung (111,5).	f. Differenz gegen Anfangslänge.	g. Länge-Diffe- renzen für d.	h. Durchschnittl. Ausdehnung pro Minute = g/d.	i. Im Zeitstadium.	k. Differenzen bei h.
1	2. Juli 5.10 Nm.	0	18	85,2	0	1,8	0,10000	I: 10—18	
2	" 5.28	18	20	87,0	1,8	1,05	0,05250	II: 18—38	0,04750
3	" 5.48	38	16	88,05	2,85	0,3	0,01875	III: 38—54	0,03375
4	" 6.04	54	18	88,35	3,15	0,25	0,01388	IV: 54—72	0,00487
5	" 6.22	72	18	88,6	3,4	0,2	0,01111	V: 72—90	0,00277
6	" 6.40	90	18	88,8	3,6	1,75	0,00182	VI: 90—1050	0,00929
7	3. Juli 10.40 Vm.	1050	960	90,55	5,35				
8	" 11.50	1120	70	fast 90,6	fast 5,4	fast 0,05			
9	" 11.50			64,5					
10	" 5.20 Nm. <sup>1)</sup>			(gleich nach Entlastung) 63,0					

<sup>1)</sup> Also 5 1/2 St. nach Entlastung.



**Tabelle XIV.**

Gummiband, bei 2,0 Gramm = 63,0 lang; 6,0 breit; 0,875 dick. Constante Belastung auf 31,5 Gramm; ca. 24 Stunden lang.

Nr. des Versuches.	Zeitpunkt.	Länge bei Belastung (31,5).	Länge nach Entlastung.	Nachdehnung.	Nach Minuten.	Versuchsreihe.
1	5. Juli 10.15 Vm.	67,0			0,0	I.
2	" " 11.05	67,4	63,0	0,4	15	
3	" " 11.10	67,0			0,0	II.
4	" " 11.15	67,4	63,2	0,4	5	
5	" " 11.18		63,0			
6	" " 11.18!	67,0			0,0	III.
7	" " " " 30"	67,3		0,3	0,5	
8	" " 11.19! 0"	67,4		0,4	1,0	
9	" " 11.35	67,6		0,6	17	
10	" " 12.05	67,65		0,65	47	
11	" " 1 Uhr.	67,65		0,65	102	
12	" " 3.50 Nm.	67,95		0,95	272	
13	5. Juli 10.30 Vm.	68,0		1,00	1392	

Tabellen und Curven (s. Tafel I, Curve XIII, XIV a und b) sprechen auch hier so deutlich, dass es nur ganz kurzer Bemerkungen dazu bedarf.<sup>1)</sup>

Bei XIII sind die Ablesungen in grösseren Pausen (18 Minuten in den ersten 1½ Stunden) gemacht worden; daher ist hier das Bild noch nicht so frappant wie bei XIV, wo die Pausen ganz zu Anfang kleiner waren. Uebrigens umfasst Curve XIII nur die ersten 90 Minuten der Beobachtungsreihe XIII. Tabelle XIV enthält 3 Versuchsreihen mit demselben Gummiband wie bei XIII, bei constanter Belastung von 31,5. Die erste Ablesung ist, soweit es möglich, im Augenblick der Belastung

<sup>1)</sup> Für die Zeichnung der Curven ist die Zeit auf der Abscissenaxe, die Verlängerungen als Ordinaten aufgetragen. Bei Curve XIII ist der Massstab für die Abscissen: 1 Minute = 1 Mm.; Ordinaten: 1 Mm. Verlängerung = 10 Mm. Bei XIVa: Abscissen: 1 Minute = 5 Mm.; XIVb: 1 Minute = 0,5 Mm.; der Massstab für die Zeit hier also 10 Mal kleiner, Ordinaten bei XIV, a und b, 0,1 Mm. Verlängerung durch 10 Mm. dargestellt, also 100-fache Vergrösserung.

gemacht worden; ob die Ziffer hier ganz genau, ist allerdings problematisch, da bekanntlich Niemand im Stande ist, ohne dass Bruchtheile einer Secunde verfliessen, eine Beobachtung auszuführen. Die Zeit vollständig zu eliminiren, haben wir Sterblichen nun einmal nicht die Macht. Dass es aber annähernd gelungen, dürfte aus der 3maligen genauen Uebereinstimmung bei der ersten Ablesung (No. 1, 3, 6 = 67,0) erhellen. Die Zeit zwischen erster und zweiter Ablesung wurde bei den drei Versuchen immer kleiner genommen; zuerst 15, dann 5, dann 0,5 Minuten. Beim 3. Mal gelang es, zu constatiren, dass bereits nach einer halben Minute eine Verlängerung um 0,3 Mm. eingetreten war — um diese zu verdoppeln, bedurfte es fernerer 16,5 Minuten, sie zu verdreifachen, über 200 Minuten. Die Verlängerung bei der Belastung des Gummi verläuft demnach anfangs ganz unverhältnissmässig schnell, die Curve steigt mit enormer Steilheit in die Höhe, biegt dann sehr bald und energisch um, so dass die späteren Zunahmen ausserordentlich geringfügig sind. Wahrscheinlich geht die Curve in dieser Weise, mit stetig abnehmendem Wachsthum (negativem 2. Diff.-Quotienten) fort, ohne jemals in eine gerade, der Abscissenaxe parallele Linie überzugehen. Ihren Grenzwert würde die Verlängerung also erst in der Unendlichkeit erreichen.

Für alle vorhergehenden Versuche nun, am Gummi wie an den Venen, ist der also constatirte zeitliche Verlauf der Ausdehnung von grösster Bedeutung. Während wir allerdings einerseits sehen, dass wir den Grenzwert niemals mathematisch genau bestimmen können — ist es andererseits ausserordentlich trostreich zu sehen, dass bereits in den ersten Minuten, wenigstens bei mittleren Belastungen, der Endwert nahezu erreicht wird.

Der Verlauf der Curve ist nun ein derartig complicirter, dass eine genaue Berechnung der definitiven Verlängerung aus einer bestimmten, nach einer gewissen Zeit beobachteten, einstweilen noch nicht möglich erscheint. Jedenfalls dürfte die Curve für verschiedene Belastungen nicht genau übereinstimmend verlaufen, d. h. die Constante wird verschieden gross sein, und müsste dieselbe für alle möglichen Gewichte und wohl auch für die verschiedenen Körper empirisch gefunden werden. Uebrigens stimmen meine Curven mit den von W. Weber (Annalen 1841, Taf. I, Fig. 2) für die Seide gegebenen sehr gut überein. —

Ausserdem aber scheint mir auch eine bemerkenswerthe Uebereinstimmung zwischen den Zeitcurven und den Ausdehnungs-

curven für Venen, Gummi, Eisen o. a. vorhanden zu sein, wenn wir von den Anfangsstadien einstweilen absehen. Da aber weder W. Weber's, geschweige denn meine eigenen Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf der Nachwirkung in den ersten Secunden und Secudentheilen genau genug sind, so ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass, bei Anwendung feinerer Methoden, auch hier für die allerersten Anfänge der Zeitcurve eine nach unten convexe Strecke sich ergäbe.

Die Aehnlichkeit in den übrigen Theilen der beiden Curven-Arten spricht dafür. Das Elasticitätsgesetz wäre dann für Raum und Zeit dasselbe. — Jedenfalls besteht ebenso wenig eine Proportionalität zwischen der Ausdehnung und Belastung bei constanter Zeit, wie das bisher allgemein angenommen wurde, als eine Proportionalität zwischen Ausdehnung und Zeit, bei constanter Belastung, wie sie noch Gauss angenommen hat.

## VI.

Wenden wir uns zum Schluss speciell wieder zu den Venen!

Aus den Versuchen geht hervor, dass ihre Elasticität eine geringere ist, als die vieler anderer organischer Substanzen, z. B. Muskel, Nerv u. a. Sie dehnen sich also bei gleicher Belastung und sonst gleichen Bedingungen auf die Grösseneinheit mehr aus, als viele andere Bestandtheile des Organismus. Die Ausdehnbarkeit ist eine grosse, die Elasticität resp. der Elasticitäts-coefficient ein kleiner. Eine andere Frage, gegenüber dieser quantitativen, ist die nach der Vollkommenheit der Elasticität, nach der qualitativen Beschaffenheit. Hierher gehört vor Allem die Untersuchung über die Elasticitätsgrenze, die Bestimmung der grösstmöglichen Belastung, welche die Vene ohne jeglichen merkbaren Schaden, ohne bleibende Störung ihrer elastischen Eigenschaften ertragen kann. Ich glaube, aus meinen Untersuchungen das Resultat ableiten zu können, dass die Elasticitätsgrenze sehr weit hinausliegt, dass die Venen sehr grosse Belastungen ertragen, ehe ihre Elasticität leidet. Es scheint übrigens diese Grenze für die verschiedenen Venen nicht dieselbe zu sein; ich sage „es scheint“, deshalb weil ich keine genauen Volumbestimmungen habe, die als Grundlage für die Feststellung der Grösseneinheit dienen müssten. Ich kann deshalb nur die bei den einzelnen Venen experimentell gefundenen Zahlen für die

Maximal-Belastungen und -Ausdehnungen vergleichen, nach denen eine vollständige Zusammenziehung der Venen in allerdings oft sehr langer Zeit eintrat, — Ausdehnungen also, die, soweit nachweisbar, die Elasticität intact gelassen hatten. Eine allgemeine Giltigkeit dieser Zahlen beanspruche ich insofern nicht, als erstens sehr beträchtliche Schwankungen nach Alter, Habitus, Individuum vorkommen — und es ferner selbst bei einer bestimmt gegebenen Vene aus höheren Gründen, die bereits oben entwickelt wurden, praktisch so gut wie unmöglich ist, abzuwarten, ob dieselbe vollständig wieder auf ihre frühere Länge zurückgeht. Deshalb können die Zahlen, wie sie z. B. Braune gegeben hat (l. c. S. VIII u. IX) ebenso wie die von mir gefundenen Werthe nur als allgemeiner Anhalt dienen. Variiren dieselben doch so, dass man gewiss einige sehr kleine und sehr grosse Zahlen ausser Acht lassen muss! Ich stelle die von Braune und mir gefundenen Werthe hier übersichtlich zusammen; I—V sind die von Braune, A—C die von mir untersuchten Cadaver, alle 8 nach dem Lebensalter geordnet; die Zahlen zeigen die Verlängerung in Procenten an, bis zu welcher die Elasticität vollkommen war, resp. bis zu welcher eine Abnahme der Elasticität in erkennbarer Weise nicht stattfand. Meine eigenen Zahlen sind meist Minimalwerthe, da die Elasticitätsgrenze nicht immer erreicht wurde.

Venen:	II. 13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> J.	I. 15 J.	A.	B. 39 J.	C.	IV.	III. 46 J.	V. 58 J.
Saphena	91,3	61,1	a <sup>1</sup> ) 41,7 b 60,4	55,7			46	5,6
Cephalica			45,9		57	51,4		16,2
Iug. int.		47,4				43,4	10	5,6
Cava inf.	45,9	32,4				40	5,2	
Ast der Saphena.			48,0					
Basilica			60,1					
Muskelast der Brachialis.				64,6				

<sup>1</sup>) a. Unterschenkel, b. Oberschenkel.

Meine Zahlen, die alle von normalen Leichen mittleren Alters stammen, schwanken relativ wenig. Die für Saphena am Unterschenkel, und Cephalica angegebenen Zahlen von Leiche A sind Minimalangaben. Im Uebrigen finden sich überall Werthe von 50—60 %, die mit einem grossen Theil von Braune's Zahlen gut übereinstimmen. Unterschiede für bestimmte Venen aus diesen wenigen Versuchen festzustellen, erscheint verfrüht; es hat allerdings den Anschein, als wenn die Venen der oberen Extremität elastisch mehr leisteten, als die der unteren, tiefe Venen mehr wie Hautvenen. Dieser Punkt ist gewiss interessant, aber wie gesagt, ausserordentlich schwierig für die Untersuchung. Er wird in späteren Mittheilungen von der histologischen Seite beleuchtet werden. Jedenfalls sind wir aber doch durch die vorliegenden Versuche zu dem Satze berechtigt: Venen von normalen, nicht zu alten Personen können, ohne dass die Elasticitätsgrenze überschritten wird, bis mindestens 50 % ausgedehnt werden. Eine Verlängerung um 40 % wird höchst wahrscheinlich, wenigstens bei Extremitätenvenen, niemals diese Grenze auch nur berühren. Dass bei Krankheiten und im Alter die Elasticitätsgrenzen sehr viel enger gezogen sind, zeigen die mannigfachen Störungen der nervösen Circulation, die oft bedenklichen anatomischen Veränderungen, welche wiederholtem oder dauerndem Ueberschreiten dieser Grenze nachfolgen. Wenn man das ganze Heer der hierher gehörenden Krankheiten in's Auge fasst, so ergiebt sich die praktische Wichtigkeit der Elasticitätsgrenze und ihre möglichst genaue Bestimmung für verschiedene Venen, Lebensalter, Krankheiten von selbst.

Selbstverständlich ist nun vor allen Dingen die Frage zu untersuchen, in welchem Grade die Venen innerhalb des ruhenden und des sich bewegenden Körpers in Bezug auf Elasticität beansprucht sind. Hier ist zu unterscheiden die Beanspruchung in der Längsaxe und im Querschnitt, also die Ausdehnung in der Länge und diejenige in der Dicke. Was zunächst die Längenausdehnung betrifft, weise ich auf die schönen Untersuchungen von Braune hin, denen ich aus eigener Erfahrung noch Einiges hinzufügen möchte. Bei der Herausnahme von Venen aus der Leiche stellte ich vor und nach der Durchschneidung der Gefässe Messungen an, die sehr bedeutende Differenzen ergaben. Nehmen wir die kleinere Länge, nach der Herausnahme, als Anfangslänge und die grössere, vor der Durchschneidung, als Aus-

dehnung, analog den obigen Belastungsversuchen, so fand sich z. B. bei der *Saphena magna* an Leiche C:

An Fuss und Unterschenkel: 440 Mm. vor, 380 nach Durchschneidung, oder, letzteres als Anfängslänge gesetzt, eine Ausdehnung um 15,8 %, nach meinen Belastungsversuchen einer Belastung von 4,0 Gramm entsprechend.

Am Oberschenkel ergab sich für dieselbe Vene: 310 und 250 Mm., oder Ausdehnung um 24,0 %, gleich einer Belastung von fast 8,0 Gramm.

Versuchsreihe IV: 8,0 Gramm Belastung = 25,0 %,

Versuchsreihe VII: 8,0 Gramm Belastung = 24,7 % Ausdehnung.

An Leiche D (kräftiger Mann, Mitte der 30., Selbstmörder) betrug die Länge der *Saphena* vom Malleolus bis zur Einmündung, bei gestrecktem Hüft- und Kniegelenk 866 Mm., fünf Minuten nach der Durchschneidung 675 Mm., also 191 weniger. Dies ergibt (675 als Anfangslänge) eine Ausdehnung um 28,3 %, gleich einer Belastung von fast 10 Gramm (nach Reihe IV und VII).

An Leiche E mass die 4 Mm. breite *Cephalica* vom Handgelenk bis zur Mitte des Oberarms 385 Mm. vor, 310 nach der Durchschneidung, macht 41,3 % Ausdehnung, = Belastung von ca 20 Gramm. (V. R. II: 19,0 Gramm = 41,5 %; V. R. VIII: 20,0 Gramm = 42,3 %.) Die Leiche lag in gewöhnlicher Rückenlage, Hüftgelenk ganz, Ellenbogen und Handgelenk fast ganz gestreckt, im Fuss rechtwinklich gebeugt. Derartige Versuche habe ich auch noch an anderen Venen, aber noch nicht in solcher Anzahl angestellt, dass ich brauchbare Mittelwerthe angeben könnte. Deshalb hier nur diese Beispiele. Soviel steht aber bereits fest, dass die Venen fortdauernd gespannt sind, auch bei gebeugten Gelenken; nur der Grad der Spannung ändert sich, er sinkt aber nie bis auf Null herab, ganz abgesehen noch von der Spannung im Querschnitt, durch den Blutdruck. Die Venen sind somit fortdauernd auf Zug beansprucht, haben permanent die Tendenz, sich zusammenziehen, zunächst in der Längsachsenrichtung; aber meist auch in der Richtung senkrecht zu derselben, wie ich mich bei der Loslösung der Venen aus der Umgebung überzeugt habe.

Aus diesen Thatsachen folgt Mancherlei, was theoretisch und praktisch wichtig ist. Das Zurückgehen der Vene in der Längsrichtung bei Entlastung bedarf einer gewissen Zeit, ebenso wie die definitive Längenausdehnung bei Belastung. Die Entlastung

kann eintreten als Entspannung bei der Herausnahme eines Stückes aus der Continuität — vollständige Entlastung, bis auf das halbe Eigengewicht bei hängender Vene — oder als unvollständige Entlastung bei der Beugung der Gelenke. Diesem Mehr oder Weniger von Belastung muss jedesmal eine bestimmte Länge der Vene entsprechen, bei Belastungsänderung muss also Längenänderung eintreten. Es ist nur die Frage: hat die Vene jedesmal die Zeit, um der veränderten Belastung nachzukommen? Kann nicht, bevor die neue Gleichgewichtslage erreicht ist, eine Spannung in entgegengesetztem Sinne dazwischen treten? Auf die erste Frage ist „Nein“ — auf die zweite „Ja“ zu antworten. Bei nur einigermaßen schnellen und ausgiebigen Bewegungen unserer Extremitäten ist es absolut unmöglich, dass die Vene kraft ihrer Elasticität im Gleichgewicht zwischen Spannung und Ausdehnung bleibe. Bei sehr kleinen Bewegungen oder sehr langsam vor sich gehenden ist es möglich; sobald aber nur einer dieser Factoren, die Zeit oder die Belastung, einigermaßen in's Gewicht fällt, d. h. die Zeit gering und die letztere erheblich wird, muss ein Missverhältniss eintreten. Wir haben dann eine latente Spannung, die eine positive und negative sein kann, wir würden die Venen in allen möglichen Stadien der elastischen Nachwirkung antreffen müssen, wenn wir ihren momentanen Zustand direct erforschen könnten — falls es eben nicht eine besondere Einrichtung im Organismus gibt, welche der Elasticität der Vene zu Hülfe kommt. Diese Function haben, wie ich das hier nur kurz andeute, die Muskeln der Wandung. Eine specielle Begründung und Anwendung dieses Satzes auch in Bezug auf den Druck der Blutsäule im Innern der Vene, muss einer besonderen Abhandlung über die Structur der Venenwandung vorbehalten bleiben.

Sehr störend wirken die besprochenen Verhältnisse bei Versuchen, wo es, wie bei den meinigen, auf eine genaue Bestimmung der Anfangslänge ankommt. Sehr bald nach der Herausnahme ist das gar nicht möglich, da die Herstellung des Gleichgewichtes nach der Entspannung geraume Zeit erfordert, zumal bei Venen, die in der Leiche über die mittlere Spannung hinaus gedehnt waren. Die Vene ist dann also noch in der Verkürzung begriffen und müsste eigentlich abgewartet werden, bis diese vollendet ist. Das ist vielleicht nicht immer geschehen, obwohl es mög-



lichst angestrebt wurde. Somit wäre hier eine neue Fehlerquelle zu beachten. Ist die Vene aber in's Gleichgewicht gelangt, so wird wieder die Messung der Länge deshalb erschwert, weil die Vene sehr oft Abweichungen von der geraden Linie aufweist und sie ist oft etwas geschlängelt, auch wenn man sie frei aufhängt, d. h. das halbe Eigengewicht (0,3—0,4—0,5 und mehr, bei 50—80 Mm. Länge) genügt nicht zur Herstellung einer geradlinigen Längsaxe, diese wird erst mit Hülfe kleiner Gewichte erzielt. Vielleicht war in solchen Fällen die Vene bei der Verkürzung unter die Gleichgewichtslage hinabgegangen, eine nicht von der Hand zu weisende Möglichkeit, die durch ein Ereigniss bei meiner 7. Versuchsreihe nicht unwahrscheinlich wird. Die Vene verkürzte sich dort nach den Belastungsversuchen innerhalb 24 St. soweit, dass sie statt 75,0 Mm., wie vor den Versuchen, am andern Tage 68,0 mass. Man könnte dies aber auch der Quellung im Jodserum zur Last legen; zu berücksichtigen ist die Verkürzung bei der Quellung ganz gewiss<sup>1)</sup>; nur ist die Frage, wieviel kommt auf ihre Rechnung, wieviel auf die rein elastische Verkürzung. Diese Frage kann ich nach meinen Versuchen aus dem Grunde nicht strict beantworten, weil ich die Venen, wenn sie längere Zeit unbelastet waren, um die Austrocknung zu verhüten, stets in Jodserum legte. Auch die Aufbewahrung der Venen vor den Versuchen geschah meist in dieser Flüssigkeit, und könnte hier eine Fehlerquelle zu constatiren sein. Meines Erachtens besteht hier, wenn wir uns zunächst streng an die rein physikalische Untersuchung der Vene halten, allerdings eine Fehlerquelle, aber eine solche, die andere Fehler, welche die Untersuchung der todten Venen unabwendbar mit sich bringt, wieder aufhebt; oder mit anderen Worten, durch die Anwendung des Serum werden die physikalischen Versuche zu physiologischen, — und wir können die Resultate direct auf den lebenden Organismus übertragen.

Es tritt uns hier ein zweiter wesentlicher Factor entgegen, der im Organismus den rein physikalischen, d. h. speciell elastischen Kräften zu Hülfe kommt. Ein physikalischer Prozess ist ja schliesslich die Durchtränkung mit Serum und die dadurch herbeigeführte Quellung auch, aber ein nur innerhalb des Lebens wirkender, während die elastischen Kräfte den Tod überdauern; und wir

<sup>1)</sup> Vgl. H. Quincke, über Imbibition (Wasser). Pflüger's Archiv III, 1870. S. 332 338.

sehen ja, dass wir im Stande sind, künstlich auch diese Kräfte noch nach dem Tode wirken zu lassen.

Trotzdem möchte ich aber diese beiden physikalischen Erscheinungen trennen und einander in dem obigen Sinne gegenüberstellen. Beide wirken unabhängig von einander und beeinflussen sich gegenseitig. Die Ausdehnung der Venenwand wirkt auf die Menge der darin enthaltenen Flüssigkeit und das durchtränkende Serum stört andererseits die Wirkung der Elasticität, aber immer nur in dem einen Sinne, dass es auf eine Verkürzung hinarbeitet, also die negative elastische Nachwirkung unterstützt, sie vervollständigt und beschleunigt.

Man sieht, es eröffnet sich hier ein weites Gebiet für die fernere Forschung. Vor Allem wird es nothwendig sein, zunächst den mikroskopischen Bau der Venenwandung näher, als bisher geschehen, kennen zu lernen. Es wird sich dann zeigen, ob dasselbe mit den hier abgehandelten elastischen und anderen mechanischen Verhältnissen der Venen in Beziehung steht. Mit dieser Frage soll sich ein fernerer Beitrag zur Kenntniss des Venensystems beschäftigen.

Jena, den 16. August 1877.

---

## Erklärung der Tafel I.

---

Die Curven sind nach den auf Millimeterpapier gezeichneten Originalen auf die aus äusseren Gründen nur in Centimeter eingetheilte Tafel lithographirt. — Um Raum zu sparen, sind die Curven nahe an einander gerückt worden. Die im Original auf den Coordinatenachsen aufgetragenen Zahlen (die Längen auf der Ordinaten-, die Gewichte resp. Zeittheile auf der Abscissenaxe) mussten in Folge dessen, um Verwechslungen oder doch Unklarheiten vorzubeugen, dicht an die Curven herangesetzt werden. Die unterhalb der Curven an den senkrechten Linien stehenden Zahlen sind demnach die ursprünglich auf der Abscissenaxe abgetragenen, die oberhalb der Curven an den horizontalen Linien befindlichen gelten für die im Original auf der Ordinatenaxe angebrachten.

Die Curven tragen dieselben Nummern, wie die Versuchsreihen, die sie darstellen (vgl. S. 33, unten). Die Curven III, IV, VI, VIII beziehen sich demnach auf die Versuche an Venen, XI—XI auf die an Gummi, XIII, XIVa und b zeigen den zeitlichen Verlauf der Nachdehnung bei constanter Belastung.

Curve III. Hautvene, Ast der V. saphena magna, vom Oberschenkel. Massstab: Abscissen: 1 Cm. = 1 Gr. Belastung. Ordinaten: 1 Cm. = 5% Ausdehnung. Der O-Punkt des Coordinatensystems repräsentirt den Zustand der Vene von 100,0 Mm. Länge bei 0,0 Gr. Belastung (d. h. eigentlich, mit dem halben Eigengewicht). S. a. S. 34.

Curve IV. V. saphena magna, Oberschenkel. Abscissen: 1 Cm. = 5 Gr.; Ordinaten: 1 Cm. = 5% Ausdehnung. O-Punkt wie bei III.

Curve VI. Muskelvene aus dem Biceps brachii, Ast der V. brachialis. Abscissen: 5 Cm. = 1 Gr.; Ordinaten: 1 Cm. = 1 Mm. Ausdehnung. Der O-Punkt stellt hier die ursprüngliche directe Länge der Vene (15,8 Mm.) ohne Belastung dar.

Curve VIII. V. cephalica, Oberarm. Massstab und O-Punkt wie bei IV.

Curven IXa u. b. Cylindrischer Gummistrang. IXa Belastung bis zu 100 Gr. (Nr. 1—14 der Tabelle IX, S. 47.) Abscissen: 1 Mm. = 1 Gr. Belastung; Ordinaten: 1 Cm. = 20% Ausdehnung. IXb Belastung bis 500 Gr. Abscissen: 1 Cm. = 50 Gr.; Ordinaten: 1 Cm. = 50% Ausdehnung.

Curve X. Gummiband. Abscissen: 1 Cm. = 20 Gr.; Ordinaten: 1 Cm. = 20% Ausdehnung.

Curve XI. Gummiband. Abscissen: 1 Cm. = 10 Gr.; Ordinaten: 1 Cm. = 5% Ausdehnung.

Curve XIII. Die ersten 90 Minuten von Reihe XIII. Abscissen: 1 Mm. = 1 Minute; Ordinaten: 1 Cm. = 1,0 Mm. Ausdehnung.

Curve XIVa. Die ersten 17 Minuten von Reihe XIV. Abscissen: 1 Cm. = 2 Minuten; Ordinaten: 1 Cm. = 0,1 Mm. Ausdehnung.

Curve XIVb. Die ersten 272 Minuten von Reihe XIV. Abscissen: 1 Cm. = 20 Minuten; Ordinaten: 1 Cm. = 0,1 Mm. Ausdehnung.

Im Uebrigen verweise ich auf den Text, besonders die Tabellen.

---

# Helgolander Leptomedusen.

Von

**R. Böhm.**

Hierzu Tafel II—VII.

Es ist eine dem Zoologen wohlbekannte Thatsache, dass mit dem progressiv anwachsenden Beobachtungsmaterial das ideale Ziel einer erschöpfenden Kenntniss der Thierwelt nicht nur nicht näher zu rücken, sondern sich eher der Abstand, der uns noch von diesem angestrebten Endpunkt trennt, immer mehr zu vergrössern scheint.

Stets neues, oft von vermeintlich längst ausgebeuteten Punkten herbeigeschafftes Material lässt die Fülle des noch Unerforschten erst ahnen, überraschende Entdeckungen auf scheinbar ganz bekanntem Gebiet eröffnen neue, unerwartete Perspektiven oder bringen das bisher unverrückt Bestehende plötzlich in's Wanken.

Vielleicht könnte man jeden Thierstamm als Beweis hierfür anführen — nicht den schwächsten liefern die am tiefsten stehenden Metazoen, die Zoophyten, bei denen die Entdeckungen des Polymorphismus und Generationswechsels scheinbar unantastbare Fundamentalbegriffe zum Gegenstand lebhaftester Streitfragen machten. Und einen grossen Theil dieser neuen Aufschlüsse lieferte die Klasse der Hydromedusen.

Wir besitzen über sie eine ausgedehnte, namentlich deutsche und englisch-amerikanische Litteratur. Denn nachdem überhaupt erst einmal eine eingehendere Beobachtung niederer Thierformen begonnen hatte, beschäftigte sich mit ihnen anfangs vielleicht Mancher ihrer auffallenden Schönheit und Zierlichkeit halber.

Später wuchs das Interesse für sie mit den in die Grundanschauungen der gesamten Wissenschaft eingreifenden Entdeckungen, für welche ihr Studium Gelegenheit geboten hatte.

Und doch ist grade „die Masse des hier noch verborgen liegenden Materials so gross, dass wir wohl noch lange mit Ausgraben und Herbeischaffen der einzelnen Bausteine uns werden begnügen müssen, ehe es uns möglich sein wird, aus diesen das Gebäude einer allgemeinen Naturgeschichte dieser wunderbaren Thiergruppe aufzurichten, und den gesetzlichen Zusammenhang in der Fülle der Erscheinungen zu ahnen.“<sup>1)</sup>

Möge drum auch dieser kleine Beitrag, dem das Studium einiger Leptomedusen auf Helgoland zu Grunde liegt, nicht für überflüssig gelten. Als meinen thätigen und vielerfahrenen Mitarbeiter nenne ich dankend den gewiss jedem Zoologen, der die rothe Felseninsel besucht, wohlbekannten Fischer Hilmar Lührs.

## I. Anatomie und Histologie.

Sämmtliche Gewebe der Leptomedusen differenziren sich aus den zwei primären Keimblättern, dem Exoderm und dem Entoderm. Die ersten Stadien der am Polypenstock oder der proliferirenden Meduse sprossenden Knospen, sowie die aus dem gefurchten Medusenei durch Vermittlung des Planula-Stadiums sich entwickelnde Gastrula, mag sie nun den Untersuchungen Kowalewsky's<sup>2)</sup> zufolge invaginirt, oder, wie es Metschnikoff<sup>3)</sup> darstellt, delaminirt sein, werden alle aus diesen beiden, eine centrale Cavität umschliessenden Blättern gebildet.

Bei den ungeschlechtlichen Personen der Hydroidenstöcke, den Polypen, bleiben die Gewebe auf einer verhältnissmässig niederen Entwicklungsstufe stehen. Das im Wesentlichen im primären Zustande verharrende Exoderm und Entoderm bilden die beiden Hauptzelllagen der Körperwandung. Wohl die meisten entwickeln zwischen beiden Schichten eine dem Exoderm angehörige und mit dessen Zellen in unmittelbarem Zusammenhang

---

<sup>1)</sup> Haeckel, Die Familie der Rüsselquallen (Geryoniden). 1865. Vorwort, p. V.

<sup>2)</sup> Ontogenie der Coelenteraten (ussisch), Moskau 1873.

<sup>3)</sup> Studien über die Entwicklung der Medusen und Siphonophoren. Zeitschr. f. wissensch. Zool. XXIV. 1874.

bleibende <sup>1)</sup> Muskellage. Nur wenige aber differenziren eine Schicht echter kernhaltiger Muskelfasern <sup>2)</sup> und erheben sich hiermit auf die Stufe von Triblasterien. <sup>3)</sup>

Bei den geschlechtlichen Medusen dagegen gelangen die Producte der beiden Keimblätter zu viel höherer Differenzirung. Eine grosse Anzahl charakteristischer und sehr verschiedener Gewebsformen wird gebildet, es finden sich Nerven und Sinnesorgane, und fast alle besitzen kernhaltige, quergestreifte Muskelfasern, sind also zu den Triblasterien zu rechnen. Nur einigen wenigen, wie den Obelien, fehlen die letzteren, so dass sich auch unter den Medusen Vertreter der Diblasterien finden.

Das „Mesoderm“ der Leptomedusen, als dessen Producte — im Gegensatz zu den kernlosen Fasern der Neuromuskelzellen bei den meisten Hydroidpolypen — ihre kernhaltigen Muskeln anzusehen sind, entsteht, wie die Entwicklung der Medusenknospen zeigt, durch Abspaltung aus dem Exoderm und entspricht nur dem Hautfaserblatt höherer Metazoen. Ein Darmfaserblatt scheint nirgends ausgebildet zu sein.

Producte des gesammten Exoderms (Hautsinnesblatt Hautfaserblatt) sind die Epithelien der umbrella, der die Unterseite des Ringkanals am freien Rande des Schirms bekleidende Zellstrang mit seinen directen Fortsätzen, dem Tentakelepithel, die subumbrella mit ihrer muskulösen Fortsetzung, dem velum, die Magen- und Tentakelmuskeln, das Epithel der subumbrella mit seinen Fortsätzen auf das velum und die Magenwandung und schliesslich das Nervensystem (?). Die oft mächtig entwickelte Gallertsubstanz der umbrella ist ein secundäres Erzeugniss der Umbrellarepithelien. Dem Entoderm gehört die Zellwandung des gesammten Gastrovascularsystems an, sowie deren unmittelbare Fortsätze, die Innenzellen der Tentakeln. Besondere Gewebbildungen für die Geschlechtsorgane fehlen durchaus. Die Geschlechtsproducte fand ich verschiedenen Ursprunges, und zwar

---

<sup>1)</sup> Kleinenberg, Hydra. 1872.

Grobbe, Ueber Podocoryne carnea Sars. Sitzungsber. der kais. Acad. d. Wissensch., math. naturw. Klasse. Nov. 1875. Bd. LXXII. 1. Abtheilung, 6. 1876.

<sup>2)</sup> Tubularia coronata. Allman, A monograph of the Gymnoblatic or Tubularian Hydroids. 1871—72, p. 112. Pl. XXIII. F. 6.

Hydractinia echinata. E. van Beneden, Bullet. de l'acad. roy. de Belgique 2. Serie. T. XXXVII. 1874, p. 22. Pl. II. F. 5.

<sup>3)</sup> Haeckel, Studien zur Gastraea-Theorie. 1877, p. 32.



entwickeln sich die männlichen aus dem Exoderm, die weiblichen aus dem Entoderm

### 1. Die umbrella.

Bei den an Polypen sprossenden Medusen wird die umbrella ursprünglich nur durch eine Zellschicht repräsentirt, welche eine directe Fortsetzung des Ectoderms des Ammenpolypen ist. Ganz ähnlich wie bei diesem wird auch die umbrella der an Medusen knospenden Sprossen gebildet. Auch hier legt sie sich als eine directe Fortsetzung der äusseren Ectodermalzellenlage des proliferirenden Organs an.

Die flimmernden Knospen an der inneren Magenwand von Aeginiden lassen sich wohl sämmtlich auf parasitische oder auf innerhalb des Gastrovascularsystems der Alten aus Eiern entstandene junge Medusen zurückführen, da doch nicht anzunehmen ist, dass sich das Ectoderm der Knospe aus dem flimmernden Entoderm der Ammenmeduse bilden kann.<sup>1)</sup> Schliesslich besteht auch bei den aus Eiern entstehenden Medusen das Ectoderm der Gastrula, welches sich später zum Theil zur umbrella ausbildet, aus einer Zellschicht.

Die Gallertsubstanz selbst entwickelt sich erst später, und wird sowohl auf ihrer oberen, wie unteren Fläche von den ursprünglich allseitig zusammenhängenden Ectodermzellen als einem zarten Epithel überzogen. Deshalb, und weil sie selbst im Gegensatz zu der der Acraspeden keine Spur von Zellen enthält, wurde sie bereits von Haeckel<sup>2)</sup> für ein Product des Epithels als einer matrix erklärt.

Ich selbst habe das allmähliche Anwachsen und Mächtigwerden der Gallertsubstanz bei jungen Lizzia-Knospen beobachtet. (Taf. IV. Fig. 18 a, b, c). Sie ist als eine Ausscheidung der ursprünglich nach allen Richtungen hin ziemlich gleich ausgedehnten,

---

<sup>1)</sup> *Stenogaster complanatus* in *Eurystoma rubiginosum*. Kölliker, Zeitschr. f. wissensch. Zool. IV. 1853. Knospen der *Cunina* Köllikeri. Fr. Müller, Wiegmann's Arch. 1861. Knospen der *Cunina rhododactyla*, proboscidea. Metschnikoff, Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1874. *Aegineta gemmifera* Keferstein und Ehlers, Zool. Beiträge 1861. *Aegineta prolifera*. Gegenbaur, Generationswechsel. 1854. Cf. hierfür die parasitische Larve der *Cunina octonaria*, gleichfalls mit Tochttersprossung, im Magen von *Turritopsis nutricula*. Haeckel, Geryoniden, p. 143.

<sup>2)</sup> Geryoniden, p. 166.

später ganz dünnen und platten Ectodermzellen, als eine Art Intercellularsubstanz, zu betrachten.

Das äussere, die umbrella bedeckende Epithel ist bei erwachsenen Medusen nicht immer leicht zu erkennen. Schon Forbes erwähnt eine feine, homogene Epidermis, welche die Oberfläche der umbrella bedecken soll, doch erscheint es sehr fraglich, ob er hiermit wirklich das Epithel meint.

Von diesem werden besonders bei einzelnen Arten zunächst die Kerne als kleine, blasse Bläschen bemerkbar, welche unregelmässig über die Oberfläche verstreut sind. So z. B. bei *Tiara pileata* Forsk und *Syncoryne* (*Sarsia*) *eximia* Allm.

Nach Anwendung von Färbungsmethoden mit Carmin und namentlich Haematoxylin, das überhaupt bei der histologischen Untersuchung kleiner Medusen sehr gute Dienste leistet, werden die Zellen deutlicher.

Die nuclei treten durch dunklere Färbung scharf hervor, bei manchen Species, wie z. B. bei *Syncoryne eximia* (Taf. VI. Fig. 17), *Tiaropsis scotica* (?) Allm. (Taf. I, Fig. 25—27) und *Lizzia octopunctata* Forb. wird auch ein nucleolus in ihnen sichtbar. Die Form der Kerne fand ich bei *Sarsia eximia* meist länglich, aber von ziemlich unregelmässigem Umriss. Abgesehen vom nucleolus enthielten sie noch eine Anzahl kleinster Körnchen.

Ist die Gallertsubstanz nicht besonders stark entwickelt, so bilden die Zellen ein überall etwa gleich hohes, durch scharfe, bei passender Beleuchtung unschwer erkennbare Grenzen gesondertes Epithel. So fand ich es bei *Tiaropsis*. Die einzelnen Zellen waren von unregelmässiger, zum Theil sogar sternförmiger Gestalt. Nach längerem Liegen in alcohol absol. contrahirten sich die gesammten Zellen um den sehr klar hervortretenden Kern, so dass zwischen ihnen die Gallertsubstanz frei zu Tage trat (Taf. IV. Fig. 8.)

Regelmässig sechseckige Zellen fand L. Agassiz bei *Coryne mirabilis* <sup>1)</sup>, wahrscheinlich aber nur bei sehr jungen Exemplaren.

Ist die Gallertsubstanz von grösserer Mächtigkeit, und wird mit der Dickenzunahme zugleich nothwendiger Weise auch die convexe Oberfläche der umbrella beträchtlich vergrössert, so macht sich eine eigenthümliche Modification der Epithelzellen bemerkbar. Während nämlich rings um den Zellkern das körnige

---

<sup>1)</sup> Contributions to the Nat. Hist. of the U. St. of Amer. Acalephae. 1857—62. Vol. III. Pl. XIX. F. 22.

Protoplasma in grösserer Menge erhalten bleibt, fehlt es an der Peripherie der Zellen vollkommen, so dass hier nur ein ganz zartes, dünnes Häutchen die Gallertsubstanz überzieht. Bei *Lizzia octopunctata* entspricht die Form der körnigen Protoplasma-masse rings um den Kern etwa der Form der gesamten Zelle. Bei Anwendung von Carmin und Haematoxylintinktionen erscheint deshalb die umbrella in ganz charakteristischer Weise getigert, indem sich das Zellprotoplasma dunkler als die übrige Substanz färbt. Im Centrum jedes Tigerflecks liegt dann der noch viel dunkler tingirte Kern (Taf. III, Fig. 5).

Dagegen gehen bei *Sarsia eximia* und den Obelien von der centralen Masse feine Protoplasmastränge strahlenförmig nach den hervorspringenden Zellecken. Hier stossen sie mit ähnlichen benachbarter Zellen zusammen, so dass ein Protoplasmanetzwerk die gesamte Umbrellarfläche überzieht, welches ziemlich weite, nur mit ganz zarten Häutchen ausgefüllte Lücken zwischen sich lässt. In diesen Lücken kann man hier und da die feinen Zellgrenzen unterscheiden. Nach längerem Liegen in alcohol werden letztere deutlicher. (Taf. II, Fig. 32. Taf. V, Fig. 17).

Die Erklärung dieser Erscheinung muss wohl in ähnlicher Weise wie für die Spärlichkeit des Protoplasma in den Tentakelcentralzellen gegeben werden. Das Protoplasma hat die mit dem Wachsthum der umbrella beträchtlich vergrösserte Fläche der Epithelzellen nicht mehr ganz auszukleiden vermocht. In Folge dessen hat es sich in der Mitte concentrirt, oder ist, wo einzelne Verbindungsstellen mit der Peripherie erhalten blieben, durch die fortwachsende Membran in strahlenförmige Fortsätze ausgezogen worden.

Im Gegensatz zum Subumbrellarepithel gelang es mir nicht durch Anwendung von Färbungsmethoden und ebenso wenig auch durch Silberniederschlag die Zellgrenzen auffälliger zu machen. Irgend eine Kittsubstanz zwischen den einzelnen Zellen ist also keinesfalls vorhanden. Eine isolirbare „basement membrane“, wie sie Kölliker<sup>1)</sup> unter dem Epithel von *Aequorea*, aber auch nur bei dieser, fand, war an keiner der von mir untersuchten Medusen zu unterscheiden.

Bei vielen jungen Medusen ist die ganze Oberfläche der umbrella mit Nesselkapseln bedeckt, die später hier vollständig fehlen.

---

<sup>1)</sup> Würzburger naturw. Zeitschr. V. 1864.

Es scheint dies jedoch nur bei solchen der Fall zu sein, welche durch Sprossung, gleichviel ob an Polypen oder Medusen, entstehen.

Die einfache Erklärung dieses Factums liegt darin, dass das Epithel der umbrella ursprünglich eine directe Verdickung und Ausstülpung des Exoderms des Ammenpolypen, resp. des Exodermepithels des Magens, der Bulbi, oder Tentakel der ammenenden Meduse ist, welche beide, wie bekannt, reichlich Nesselkapseln erzeugen. Ich selbst fand junge Exemplare der *Clytia Johnstoni* Ald., welche noch keine ausgebildeten Geschlechtsorgane hatten, vollständig mit Nesselkapseln bedeckt, während bei älteren derselben Art keine Spur davon zu finden war (Taf. I, Fig. 2, 1). Auch die Sprossen der *Lizzia octopunctata* F. und des *Hybocodon prolifer* Ag. (Taf. IV, Fig. 21, Taf. VI, Fig. 7) waren über und über mit Nesselkapseln besät. Diese Erscheinung scheint sehr weit verbreitet zu sein, da der bei Weitem grösste Theil der von Strethill Wright<sup>1)</sup> und Hincks<sup>2)</sup> abgebildeten, sämmtlich noch jungen und unentwickelten Medusen, ebenso auch die junge *Oceania languida* (— *Campanulina acuminata* in A. Agassiz Catalog<sup>3)</sup>) Nesselkapseln tragen. Stark lichtbrechende, rundliche Körner, welche hier und da im Epithel älterer Exemplare der *Sarsia eximia* zerstreut lagen und sich bei Tinctionen nie mit färbten, sind möglicherweise die Reste derselben. Wahrscheinlich atrophiren sie in Folge von Nichtgebrauch, während die am Magen, den Tentakeln und dem Scheibenrand befindlichen häufig zum Tödteten der der Velaröffnung sich nähernden Beute benutzt werden, und sich nicht nur stets ersetzen, sondern sogar mächtig entwickeln und vermehren.

Speciesunterschiede dürfen daher auf das Fehlen oder Vorhandensein der Nesselkapseln auf der umbrella in keiner Weise begründet werden, und ist durch das spätere Schwinden derselben sehr erklärlich, weshalb die Medusen der *Syncoryne Sarsii* Lovén von Sars mit Nesselkapseln abgebildet wurden, während Wright deren Vorhandensein in Abrede stellt<sup>4)</sup> und auch Fr.

<sup>1)</sup> Proceedings of the roy. phys. soc. of Edinburgh, New phil. Journ. of Edinburgh etc.

<sup>2)</sup> A history of the British Hydroid-Zoophytes. 1868.

<sup>3)</sup> Illustrated catalogue of North-Amer. Acalephae 1865, p. 72. F. 96.

<sup>4)</sup> Cf. Hincks, Ann. and Mag. of nat. hist. vol. X. 3. Ser. 1862 on the production of similar Gonozoids on Hydroid Polyps belonging to different Genera.

E. Schulze<sup>1)</sup> an ihr (*Sarsia tubulosa*) keine zu finden vermochte.

In beschränktem Maasse erhalten sich aber die Nesselkapseln der umbrella bei gewissen Arten auch an erwachsenen Medusen. So laufen Reihen von Nesselkapseln vom Pol zum Cirkelkanal z. B. bei *Willia ornata* Mc. Crady<sup>2)</sup>, *Oceania conica* Eschsch.<sup>3)</sup>, *Syncoryne cleodora* Ggb.<sup>4)</sup> *Hybocodon prolifer* Ag. (Taf. VI Fig. 7) und den *Ectopleuren* (Taf. VI, Fig. 13)

An den beiden letzteren fand ich sie von übereinstimmender, eigenthümlicher Gestalt. Jede derselben lag nämlich inmitten einer grossen, scharf umgrenzten Epithelzelle, welche die Grundlage der Längsstreifen bildeten. In einigen derselben waren zwei Nesselkapseln vorhanden, in anderen wieder fehlten letztere gänzlich (Taf. VI, Fig. 8, 12.) Die Radialstreifen entstehen also dadurch, dass sich an ihnen, wo ja auch meist, indem sie über die Radiärkanäle fallen, der ursprüngliche continuirliche Zusammenhang der umbrella mit der subumbrella erhalten bleibt, die primitive Structur des Gewebes am wenigsten ändert. Die Ectodermzellen, welche an der übrigen Oberfläche zu ganz zarten, mit kaum wahrnehmbaren Umrissen versehenen Platten geworden sind, behalten ihren ursprünglichen Charakter als scharf von einander abgesetzte, derbere Zellen, die sie besetzenden Nesselkapseln gehen nicht zu Grunde.

Das die Unterseite der umbrella bekleidende Epithel ist dem der Oberfläche ähnlich. Bei den sehr kleinen Medusen lässt es sich nur schwierig zur Ansicht bringen. Doch traten an Profilan-sichten der umbrella von *Lizzia octopunctata* die einzelnen Kerne deutlich hervor (Taf. IV. Fig. 26), und wurde nach der gelungenen Carminfärbung einer dieser Medusen (Taf. III, Fig. 6) auch an der Unterseite der umbrella die charakteristische fleckige Tinction sichtbar. Sehr klar ist das untere Epithel der verhältnissmässig grossen *Sarsia eximia*. Die grossen, unregelmässig geformten Pflasterzellen grenzen hier scharf und deutlich contou-riert aneinander. Die Kerne fand ich hier denen des oberen Epithels ähnlich. In einigen waren zwei nucleoli sichtbar (Taf. V, Fig. 18). Das untere Umbrellarepithel scheint schon

<sup>1)</sup> Ueber den Bau von *Syncoryne Sarsii* Lovén und der zugehörigen Meduse *Sarsia tubulosa*. 1873.

<sup>2)</sup> A. Agassiz, catalogue, p. 172.

<sup>3)</sup> cf. unten *Tiara pileata*.

<sup>4)</sup> Generationswechsel, p. 12. T. I, F. 4.

von Busk<sup>1)</sup> beobachtet worden zu sein, da er von einem „lax cellular tissue“ spricht, welches bei *Turris neglecta* die subumbrella mit der umbrella verbindet.

Dass sich das untere Epithel auch über die der Unterseite der umbrella anliegenden Radiärkanäle hinwegzöge, wie Fr. E. Schulze für wahrscheinlich hält, habe ich nicht wahrnehmen können, und halte ich dies auch der Knospenentwicklung zufolge für nicht wahrscheinlich. Die zarte, membranöse Hülle, welche Fr. E. Schulze den Kanal umfassen sah, wird wohl nur von den Membranen der Gastrovascularzellen selbst gebildet. Da die Zellen der Medusengewebe zum grossen Theil mit starken, oft deutlich doppelt contourirten Membranen versehen sind, könnte man an sehr vielen Stellen das Vorhandensein feiner, die Epithelien abgrenzender Lamellen oder Membranen vertheidigen (s. u.)

Bei den Obelien, wo eine subumbrella nicht differenzirt ist, trägt das die Unterseite der umbrella bekleidende Epithel einen besonderen Charakter. Seine gekernten, sehr deutlich von einander abgesetzten Zellen haben, von der Fläche gesehen, eine unregelmässige Contour (Taf. II, Fig. 6) und erweisen sich im Profil als ziemlich hoch und convex nach unten vorspringend, so dass sie sich schon der Form des Cylinderepithels nähern. Um den Kern liegt eine körnige Protoplasamasse (Taf. II, Fig. 27). Höchst wahrscheinlich werden sie, ähnlich den „Neuromuskelzellen“ bei Hydroidpolypen, bei den kurzen, zuckenden Schwimmbewegungen dieser Medusen thätig sein, indem sie mit ihren dicken, zusammenhängenden Basen eine contractile Schicht unter der Umbrellarsubstanz bilden.

Das Product der Epithelzellen, die Gallertsubstanz der umbrella, besteht aus einer hyalinen, klaren Masse, in der sich, im Gegensatz zu den Acraspeden, nie Zellen finden. Dagegen sieht man zuweilen in der frischen Umbrellarsubstanz klare, feine Stränge, die einen geschlängelten Verlauf haben und sich mitunter auch verästeln. Häckel beschreibt diese ausführlich bei Geryoniden, Fr. E. Schulze ähnliche von *Sarsia tubulosa*. Ich habe dieselben auch bei *Tima pellucida* Will beobachtet, welche Gattung ja überhaupt in mancher Beziehung den Geryoniden ähnlich ist. Behandelt man die frische Umbrellarsubstanz mit conc. Essigsäure, so wird sofort eine überall senkrecht zur Oberfläche gerichtete, streifige Structur sichtbar, welche besonders

---

<sup>1)</sup> Transact. of the microscop. soc. of London III. 1852.

schön durch Färbung mit Carmin hervortritt (Taf. I. Fig. 25). Vielleicht hat Busk <sup>1)</sup> diese gemeint, wenn er von einer schwachen Andeutung einer Zusammensetzung aus langen, prismatischen Zellen spricht. Zellen sind diese Streifen nun nicht, wohl aber der Ausdruck davon, dass die Gesamtmasse der umbrella aus einer Menge einzelner Abscheidungsgebiete zusammengesetzt ist, ähnlich, wie auch die cuticula der Insecten oft eine prismatische Zusammensetzung, entsprechend den darunter liegenden Zellen der bildenden matrix (epidermis, hypodermis) erkennen lässt. Durch diese streifige Zusammensetzung wird die Entstehung der umbrella als Ausscheidung der Epithelial-Zellen unzweifelhaft.

Den Anhaftungsstellen der subumbrella entsprechend treten bei manchen Arten auf der Oberfläche der umbrella scharf doppelt contourirte Linien auf. Sie bezeichnen feine Lamellen, die aus consistenterer Substanz als die übrige Gallertmasse zu bestehen scheinen, aber auch bei den stärksten Vergrößerungen ohne Anzeichen von Structur bleiben. Wie ihre Grenzlinien auf der Umbrellarfläche von *Lizzia octopunctata* beweisen, bleiben sie keineswegs immer einfache, vom Pol zum freien Rande herabgehende Streifen, sondern können sich zu complicirten, unsymmetrisch die Gallertsubstanz durchziehenden Systemen verzweigen (Taf. III. Fig. 3). Auf derartige Streifen in der umbrella, welche bei der Contraction, der Anheftung der subumbrella gemäss, besonders deutlich hervortreten, ist vielleicht ein Theil der von Agassiz <sup>2)</sup> beschriebenen, oberhalb und unterhalb der umbrella befindlichen Musculatur zurückzuführen, welche an keiner einzigen europäischen Meduse vorhanden zu sein scheint.

## 2. Muskelsystem. Subumbrella und velum.

Die nur den Obelien ebenso wie das velum fehlende subumbrella ist bei den Leptomedusen mit der umbrella uur am Apicalpol — hier jedoch nicht immer — am Cirkelkanal, längs der Radiärkanäle und oft noch an vier interradialen Längsstreifen verbunden.

An den radialen Anheftungstreifen liegt, wenigstens bei manchen Arten, ein Strang Längs-Muskeln unter den circulären. Längsmuskeln in der subumbrella wurden schon 1850 von Agassiz

---

<sup>1)</sup> Transactions of microscop. soc. III. 1852.

<sup>2)</sup> Contribut. to the nat. hist. of the acalephae of N. Amer. 1849.



beschrieben, von Haeckel auch an Geryoniden gefunden, wogegen Busk<sup>1)</sup> und Allman<sup>2)</sup> ihre Anwesenheit nicht anerkennen wollen. Sehr deutlich fand ich die Längsmuskeln bei *Sarsia eximia* und *Lizzia octopunctata*.

An den zwischen den Anheftungsstellen der subumbrella liegenden Strecken bleibt oft, wie z. B. sehr auffällig bei *Tiara pileata*, ein breiter Zwischenraum zwischen umbrella und subumbrella, indem die erstere in Folge sehr starker Entwicklung von Gallertsubstanz viel mehr nach aussen gewölbt ist.

Fr. E. Schulze legt diesen „spalten- oder taschenförmigen Hohlräumen“, welche er bei *Sarsia tubulosa* und *Bougainvillia* sp. beobachtete, und die diesen nicht eigenthümlich sind, sondern bei Leptomedusen, wo überhaupt ein Muskelsystem entwickelt ist, durchgängig vorzukommen scheinen, „als vom Gastrovascularsystem völlig gesonderten, aber dasselbe umgebenden Cavitäten im Körper eines Cölenteraten“ besondere Wichtigkeit bei. Er sieht in ihnen nämlich eine „der Leibeshöhle höherer Thiere vergleichbare Einrichtung“.

Um diese Ansicht zu begründen, will er sie als Spalten im Mesoderm, die Umbrellarsubstanz als eine Art Bindegewebe („Vorläufer der zellenhaltigen Gallertmasse“) und Theil des Mesoderms, die ihre untere Fläche bekleidende Zellschicht als eine Art Endothel angesehen wissen. Ich möchte mich dieser Ansicht in Erwägung der verschiedenen, aus ihr folgenden Consequenzen nicht anschliessen.

Einmal würde die ganze Lage der subumbrellaren Hohlräume, wenn auch kein Gegenbeweis, so doch wenig günstig für eine derartige Auffassung sein.

Das coelom der Coelomaten entsteht durch eine Spaltung im sog. mesoderm, wobei sich die eine Schicht an den Darm anlegt und als dessen Muskulatur (Darmfaserblatt) differenzirt, während die andere mit der Haut als dem Bewegungsorgan in nähere Beziehung tritt (Hautfaserblatt). Somit umgiebt das coelom den Darmkanal. Sollte das Darmfaserblatt, wie es in der That bei den Leptomedusen der Fall ist, noch nicht differenzirt sein und trotzdem ein wirkliches coelom existiren, so müsste dieses jedenfalls auch unter dem Hautfaserblatt rings um den Darmkanal liegen.

---

<sup>1)</sup> l. c., p. 16.

<sup>2)</sup> A monograph of the Tubularian Hydroids, p. 113.

Nun haben aber die Medusen mit den Coelomaten nur den sogenannten „Magen“ gemeinsam. Denn die von diesen ausgehenden Gastrovascularkanäle sind ganz eigenartige Fortsätze der primitiven Darmhöhle, phylogenetisch wohl durch eine Modification von Tentakelhohlräumen entstanden.

Demnach würde man ein coelom, welches dem der Coelomaten homolog sein soll, doch vor allem als einen den „Magen“ der Meduse umschliessenden Hohlraum zwischen der dem Hautfaserblatt zugehörigen Musculatur und dem entodermalen Gewebe suchen.

Gerade um den Magen aber vermisst man einen solchen Hohlraum vollkommen.

Bei der grossen Anzahl von Medusen, welche einen entwickelten Gallertstiel haben, oder bei denen der aborale Pol mit der umbrella fest verwachsen bleibt, reichen auch die in Rede stehenden Hohlräume überhaupt nicht an ihn heran. Und nur ein, wie aus der Entwicklung der Medusenknospen hervorgeht, secundäres Verhältniss ist es, wenn sich Spalträume zwischen den Radiärkanälen über dem aboralen Magenpol nach dessen Ablösung von der umbrella zu einem gemeinsamen Hohlraum vereinigen.

Spalträume, die in dieser Weise die nur den Zoophyten eigenen Gastrovascularkanäle — und auch diese nicht einmal allseitig — nicht aber auch den dem prägaster der gastrula und somit auch dem primitiven Darm niederer Coelomaten homologen „Magen“ umgeben, können jedenfalls nur gezwungen als Homologa eines wirklichen coeloms gelten.

Fr. E. Schulze berücksichtigt diese Erwägung nicht, betont dagegen die Lagerung der Hohlräume zwischen zwei dem Mesoderm angehörigen Schichten.<sup>1)</sup>

Gesetzt, man sähe wirklich die umbrellare Gallertsubstanz der Craspedoten als ein zum Mesoderm gehöriges Gewebe an, so würde doch die ungleiche Entstehung der Hohlräume von der des coeloms einleuchten, sobald man sich zu der Ansicht bekennt, dass die zwei Blätter, in welche sich das Mesoderm spaltet, ursprünglich verschiedenen primären Keimblättern angehören.

Ist in der That, wie ich nicht zweifle, das Hautfaserblatt ursprünglich ein Abspaltungsproduct des Exoderms, das Darmfaserblatt ein solches vom Entoderm, so liegt folglich das durch

---

<sup>1)</sup> Wie dieselben übrigens völlig abgeschlossene Spalten „in der hyalinen Gallertlage“ genannt werden können, ist mir nicht klar, da sie doch zwischen der Gallertlage und der Muskelschicht liegen.

den antagonistischen Druck der zwei von einander unabhängigen Muskelblätter entstehende <sup>1)</sup> coelom in der Weise zwischen den vier secundären Keimblättern, dass es nach aussen von den aus dem Exoderm, nach innen von den aus dem Entoderm entstandenen begrenzt wird. Die Lage des coeloms zwischen den Gebieten des Exoderms und Entoderms würde natürlich dieselbe bleiben, falls sich das eine der beiden Muskelblätter nicht entwickelt haben sollte.

Die Höhlungen unter der umbrella sind dagegen (wie die Entwicklung der Knospen direct zeigt) auf eine im Exoderm selbst entstehende Spaltung zurückzuführen, können also nicht wohl solchem homolog sein, die sich durch Abspaltung zweier ursprünglich dem Exoderm und resp. dem Entoderm zugehörigen Blätter bilden.

Hierbei ist nun noch immer die Schulze'sche Auffassung von dem Werth der umbrella minus dem äusseren Epithel als eines selbstständigen Gewebes vorausgesetzt, eines Gewebes, welches von dem deckenden Epithel so vollkommen zu trennen ist, dass beide sogar verschiedenen Keimblättern zugezählt werden können.

Aber auch dieses muss ich, der Ausführung Haeckel's <sup>2)</sup> mich anschliessend, bestreiten.

Dass die Ectoderm-Zellen, welche in der Medusenknospe die Stelle der späteren umbrella einnehmen, unter sich vollkommen gleich sind, folglich auch nur ein einziges Gewebe darstellen, ist nicht zu bezweifeln.

Sollen nun aus diesem einheitlichen Gewebe zwei verschiedene entstehen, so kann das doch nur heissen, dass sich ein Theil der Zellen von den übrigen absondert und durch irgendwelche Modificationsvorgänge von diesen differenzirt. Ohne diese Zellabsonderung ist keine neue Gewebebildung möglich, denn „der Begriff des Gewebes bezeichnet stets ein einheitliches Aggregat von Zellen von bestimmter, morphologischer (und meist auch physiologischer) Beschaffenheit.“ <sup>3)</sup>

Bei den acraspeden Medusen geht eine solche Differenzirung eines Theils der Zellen der ursprünglich einheitlichen Schicht in der That vor sich. Diese trennen sich von den übrigen, indem

---

<sup>1)</sup> Haeckel, Studien zur Gastraea-Theorie, p. 27.

<sup>2)</sup> ib. p. 248.

<sup>3)</sup> ib. p. 249.

sie Gallertsubstanz rings um sich ausscheiden und so mit dieser ein neues, von dem Epithel verschiedenes Gewebe („Gallertgewebe“<sup>1)</sup>) bilden.

In der Gallertsubstanz der Craspedoten liegen nirgends Zellen, dieselbe allein kann also auch nicht ein neues Gewebe bilden.

Wollte man aber etwa die Sonderung der ursprünglich unmittelbar unter einander liegenden Zellen in zwei von der Gallertsubstanz geschiedene Epithelien betonen, und etwa die Gallertsubstanz sammt dem unteren Epithel als zum Mesoderm gehörig dem äusseren Epithel gegenüberstellen, so wäre diese Scheidung ebenfalls künstlich. Denn von einer Verschiedenheit des Verhaltens der die Gallertsubstanz abscheidenden Ectodermzellen ist nichts zu bemerken. Die äusseren, wie die inneren scheiden Gallertsubstanz aus, beide werden schliesslich zu zarten, glatten Epithelzellen reduziert, und die Zusammengehörigkeit der ganzen Masse als ein untrennbares Ganze (eine „morphologische Einheit“) wird durch den radiären Zerfall der Umbrellarsubstanz, sowie durch das Persistiren einzelner Verbindungsfäden<sup>2)</sup> bestätigt.

Hieraus folgt, dass das Ganze, die Gallertsubstanz mit ihren beiden Epithelien zum äussersten der secundären Keimblätter, den Hautsinnesblatt, zu rechnen ist.<sup>3)</sup> Durch diese Erwägung wird der Auffassung der Hohlräume unter der umbrella als coelom eine neue Stütze entzogen.

Schliesslich ist noch ein wichtiger, physiologischer Grund gegen diese Annahme anzuführen.

Ueberall, wo ein coelom existirt, findet man, dass dasselbe aus dem von ihm umschlossenen Darmtractus eine Flüssigkeit in sich aufnimmt (Haemolymph, perienterische Flüssigkeit), diese den peripherischen Körpertheilen zuführt und so zur ersten Anlage des Gefässsystems wird.

Die Circulationsfunktion wird nun aber bei den Medusen

<sup>1)</sup> Gegenbaur, Grundriss der vergl. Anat. 1874, p. 23.

<sup>2)</sup> Haeckel, Geryoniden, p. 166.

<sup>3)</sup> Dass die Trennung in die Gebiete der 2 ursprünglich vom Exoderm abstammenden secundären Keimblätter (Hautsinnesblatt und Hautfaserblatt) mit der Trennung in Gallertscheibe und Muskelschicht der Glocke zusammenfällt, wird durch die gebräuchliche Terminologie derselben als umbrella und subumbrella sehr passend hervorgehoben. Fr. E. Schulze, der die Trennungsfläche in die Gallertscheibe selbst zerlegt, bezeichnet die gesammte Schwimglocke als umbrella.

durch die unmittelbaren Fortsätze der primitiven Darmhöhle selbst, die Lateralkanäle verrichtet. Der Chylus übernimmt hier die Rolle der aus dem Darmtractus durch Filtration abgesonderten und mit Darmfaserzellen vermischten Haemolymphe. Gerade dieser Umstand veranlasste Leuckart<sup>1)</sup>, die Gastrovascularkanäle als Homologe eines coeloms anzusehen.

Dagegen muss ich die Anwesenheit irgend eines Fluidums in den Spalten zwischen umbrella und subumbrella, das Fr. E. Schulze erwähnt, und dessen Vorhandensein jedenfalls für seine Auffassung sprechen würde, entschieden in Abrede stellen.

Ich lege daher diesen Hohlräumen nur eine locomotorische Bedeutung unter. Die Muskelfasern können sich, wie ein Secantensystem nur an einzelnen Punkten mit der umbrella verbunden, viel besser contrahiren, durch die Annäherung ganz bestimmter Längslinien des Schirms aneinander eine viel ausgiebigere Capacitätsverminderung der Glockenhöhlung bewerkstelligen, als wenn sie continuirlich mit der umbrella verwachsen wären.

Die circulären Muskeln, welche subumbrella und velum zusammensetzen, sind länglich spindelförmige Fasern, an beiden Enden spitz zulaufend und in der Mitte ein wenig bauchig anschwellend. Sie sind dicht nebeneinander, meist in alternirender Weise, angereiht. Ihren fast drehrunden Querschnitt kann man an Faltungsstellen der subumbrella am besten erkennen, wo die einzelnen Fasern an der Umbiegungsstelle eine neben der andern halbrundlich hervorspringen. Lücken zwischen den einzelnen Fasern, wie sie Allman am *Syncoryne pulchella*<sup>2)</sup> beschreibt, habe ich nirgends wahrnehmen können.

Die einzelnen Fasern sind durch eine hyaline Substanz innig mit einander verbunden. Dass eine solche wirklich vorhanden ist, kann man daraus ersehen, dass selbst da, wo das subumbrellare Epithel abgelöst ist, die einzelnen Muskelfasern noch vollkommen fest zusammenhalten und auch bei Anwendung von starkem Druck zwar etwas von einander weichen, aber in ihrem Zusammenhang nicht gelockert werden. Auch beim Zerzupfen erhält man Fetzen abgerissener, aber eng verbundener Faserstücke (Taf. V, Fig. 15), während dagegen die Muskeln des Magens sich leicht von einander lösen und isoliren lassen.

<sup>1)</sup> Z. B. Archiv f. Naturg. 1870.

Dagegen bes. Haeckel, Monographie der Kalkschwämme. 1872. Bd. I, p. 467 ff.

<sup>2)</sup> Tubularian Hydroids, p. 113.

Dagegen habe ich über der subumbrella ebenso wenig wie Grobben<sup>1)</sup> das von Fr. E. Schulze beschriebene hyaline Häutchen bemerken können.

Die Velarmuskeln sind kürzer und verhältnissmässig breiter als die der subumbrella.

Alle diese Muskeln erweisen sich bei genauer Untersuchung und besonders nach Zusatz von Reagentien (z. B. Glycerin und Essigsäure) selbst bei der kleinsten Meduse als quergestreift. Doppelt und einfach brechende Substanz wechseln so scharf, wie in den höchst entwickelten Vertebraten- und Arthropoden-Muskeln mit einander ab (Taf. V, Fig. 14). Ein distinctes Sarcolemm habe ich nicht unterscheiden können, wohl aber sind die Muskelfasern von Strecke zu Strecke mit hellen, länglichrunden Kernen besetzt, welche nach Zusatz von Essigsäure zuweilen leichter und schneller als die Querstreifung zur Ansicht gebracht werden können. An den kürzeren Velarmuskeln konnte ich immer nur je einen, an ihrer stärksten Anschwellung gelegenen Kern erkennen. Bei *Sarsia eximia* wurde bei sehr starker Vergrösserung auch ein nucleolus in den Kernen sichtbar.

Auch da, wo die Querstreifung der circulären Muskeln klar hervortritt, lässt sich an den die Anheftungsstellen der umbrella mit der subumbrella begleitenden Längsmuskeln eine solche nie wahrnehmen. Dieselben bleiben vielmehr stets blasse, durchsichtige Fasern, welche von Strecke zu Strecke mit länglichen, glänzenden Kernen besetzt sind (Taf. V, Fig. 14). Deshalb sind dieselben als glatte Muskeln anzusehen.

Muskulöse Elemente finden sich auch in der Magengegend und in den Tentakeln vor.

Die der Schirmhöhle zugekehrte, freie Fläche der subumbrella wird stets von einem continuirlichen Pflasterepithel überzogen. Ganz im Gegensatz zu dem äusseren Umbrellarepithel sind die Zellengrenzen stets sehr leicht zu unterscheiden. Das subumbrellare Epithel lässt sich zuweilen (*Sarsia*) streckenweis von den Muskeln ablösen, und dann kann man erkennen, dass die einzelnen Zellen durch eine körnige Intercellularsubstanz verkittet sind (Taf. V, Fig. 19). Das Dasein einer solchen wird dadurch bestätigt, dass sich bei Anwendung der Haematoxylintinction die Zellgrenzen schnell tief violett färben, während die Zellen selbst noch fast farblos bleiben, und so wie ein starkes Netzwerk auf

<sup>1)</sup> L. c., p. 479.

der subumbrella sichtbar werden. Besonders leicht werden die einzelnen Zellen des Subumbrellarepithels längs der Radiärgefässe und in der Gegend des Scheitelpols zwischen den sich einander nähernden Kanälen sichtbar. Die Form der Zellen ist sehr verschieden. Ich fand sie theils regelmässig sechseckig (*Lizzia octopunctata* (Taf. III, Fig. 8), theils von mehr irregulären Umrissen, in welch letzterem Fall sie ganz das charakteristische Gepräge von Endothelzellen tragen, wie sie bei höheren Thieren auf serösen Häuten, kleinen Blutgefässen etc. vorkommen. Jede Zelle ist mit einem centralen nucleus und nucleolus versehen, zuweilen lässt sich um den ersteren noch eine Anhäufung von körnigem Protoplasma unterscheiden.

Das subumbrellare Epithel setzt sich unmittelbar auf das velum und die Magenwand fort. Die Ringfasern des velums werden auf beiden Seiten von Pflasterepithel bekleidet. Die Zellen sind sehr zart und erheben sich, wie aus Profilsichten deutlich wird, nur rings um den Kern zu etwas grösserer Höhe (Taf. I, Fig. 24). Die Grenzen der einzelnen Zellen habe ich nie zu unterscheiden vermocht. Deshalb möchte ich das Velarepithel zu den Coenepithelien<sup>1)</sup> rechnen. Dagegen treten die Kerne besonders noch Tinctionen sehr klar und deutlich hervor. Sie sind länglich rund und besitzen ein kleines, rundes und helles Kernkörperchen (Taf. I, Fig. 30, 31).

### 3. Marginalstrang (Knorpelring).

Rings um den freien Rand des Medusenschirms unterhalb des Cirkelkanals und dessen untere Wand verstärkend läuft ein aus Zellen zusammengesetzter Strang, der sich an allen von mir untersuchten Medusen in grösserer oder geringerer Ausbildung wieder fand (Taf. I, Fig. 4, 9, 15, 21, 22. Taf. II, Fig. 29, 35. Taf. VI, Fig. 10 ma).

Da ich ihn auch mehr oder minder deutlich bei genaueren anatomischen Darstellungen anderer Craspedoten, wenn auch z. Th. sehr verschieden erklärt, beschrieben finde, so nehme ich keinen Anstand, seine Anwesenheit für sämtliche Craspedoten anzunehmen.

Dieser Zellenring, den ich im Allgemeinen als Marginalring bezeichnen will, gewinnt dadurch ein erhöhtes Interesse, seine

<sup>1)</sup> Haeckel, Geryoniden, p. 168.



genauere Untersuchung deshalb eine besondere Wichtigkeit, weil er von einigen Forschern als Nervenring angesprochen und als solcher beschrieben worden ist.

Wie ich an den *Lizzia*-Knospen mit völliger Sicherheit erkennen konnte, ist er von demselben Ursprunge wie die *umbrella*, gehört also gleich ihr den Ectodermalbildungen an (s. u.).

Mit scharfer Contour von den die Unterseite des Cirkelkanals bildenden Gastrovascularzellen abgesetzt, begleitet er den ganzen Cirkelkanal und schwillt an den Basalverdickungen der Tentakel oft in der Weise an, dass er fast allein die Bulbi zusammensetzt. In jedem Falle bildet er die äussere, gleichfalls scharf abgegrenzte Lage der Verdickungen (Taf. I, Fig. 9, 21. Taf. II, Fig. 18. Taf. VI, Fig. 10). Der „outer wall“ der Bulbi bei *L. Agassiz*<sup>1)</sup> ist mit den Zellen des Marginalstranges identisch. Ueberall wird er von hellen, ziemlich grossen Zellen zusammengesetzt, die entweder eine mehr rundliche (*Clytia*, *Obelia*, *Lizzia*, Taf. III, Fig. 7) oder mehr unregelmässig eckige Contour haben (*Tiaropsis*, *Hybocodon*). Auch hier lässt sich in den meisten Fällen ein centraler nucleus in den Zellen nachweisen.

Elemente, welche irgendwie auf nervöse Natur hindeuten könnten, Stränge, Fasern oder verästelte Zellen fehlen vollkommen. Ausserdem ist eine solche Deutung schon von vorn herein durch die an den Tentakelbulbis oft sehr zunehmende Mächtigkeit des Marginalstrangs ganz und gar unwahrscheinlich gemacht. Alle Anschwellungen, welche vom Marginalstrang gebildet werden, haben mit Ganglien absolut nichts zu thun, sondern sind einfache Anhäufungen seiner Zellen. Sie bezeichnen entweder die erste Anlage eines sprossenden Tentakels oder liegen als Schutz aussen vor den Randbläschen (*Tiaropsis* Taf. I, Fig. 15, 20). Grade diese Lage gab Veranlassung, an einen functionellen Zusammenhang mit letzteren zu denken und die betreffenden Anschwellungen für gangliöse Polster zu erklären.

Da der Marginalstrang der Geryoniden eine besondere Resistenz zeigt, und seine Zellen durch Intercellularsubstanz von einander getrennt werden, so wurde er hier von Haeckel als „Knorpelring“ bezeichnet. Seine äusserste Lage ist hier zu einem distincten Epithel differenzirt<sup>2)</sup>. Bei den Leptomedusen fehlt die Intercellularsubstanz, so dass die Zellen unmittelbar nebeneinander

---

<sup>1)</sup> Contributions 1862. III. Pl. XIX. F. 26.

<sup>2)</sup> Geryoniden T. V. F. 63, 64.

liegen. In Folge dessen trägt der ganze Strang mehr den Charakter eines — oft geschichteten — Epithels.

In der Regel liegen in den Zellen des Marginalstrangs Nesselkapseln in grösserer oder geringerer Menge zerstreut.

Wie das Epithel des Magens direct mit dem subumbrellaren Epithel zusammenhängt, so ist das Epithel der den Ringkanal besetzenden Tentakel eine unmittelbare Fortsetzung des Marginalstrangs: Die von letzterem gebildete, äussere Lage des Bulbus setzt sich direct als Epithelschicht auf den aus dem Bulbus hervortretenden Tentakel fort.

#### 4. Nervensystem.<sup>1)</sup>

Das Nervensystem der Leptomedusen hat seinen Sitz längs des Marginalstrangs am freien Rand der umbrella, während es sich bei den hochorganisirten Geryoniden noch weiter verbreitet.

Seine Entstehung aus dem Ectoderm wird durch diese Lage, wie auch durch den unzweifelhaft ectodermalen Ursprung des Neuromuskelsystems der esexuellen Hydroidenpersonen sehr wahrscheinlich, wenn nicht sicher gemacht.

Es zerfällt in zwei Theile, den Nervenring und die peripherischen Sinnesorgane. Letztere sind entweder Ocellen, welche analog denen anderer Thierklassen als unvollkommene Augen anzusehen sind, oder aber bläschenförmige Organe, welche gewöhnlich als Gehörwerkzeuge angesprochen werden.

Die Sinnesorgane sind der Beobachtung viel leichter zugänglich, als die sie verbindenden Nerven. Daher ist, nachdem man die ersteren als solche erkannt hatte und nun nach den verbindenden Nerven suchte, Mancherlei als solche angesehen worden.

##### A. Der marginale Nervenring.

Bei einem Ueberblick über die Angabe der Forscher, welche ein distinctes Nervensystem an craspedoten Medusen gesehen haben wollen, findet man, dass vielfach der das Ringgefäss be-

---

<sup>1)</sup> Die sehr ausführlichen und in mehreren Punkten abweichenden Beobachtungen von O. und R. Hertwig, „Ueber das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen“ (diese Zeitschr. November 1877) konnten leider nicht mehr berücksichtigt werden.

gleitende und auf dessen untere Wand sich auflagernde Marginalstrang das Schicksal gehabt hat, als Nervenring angesprochen zu werden.

Eschscholz und Forbes, welche Beide selbst die auffallenden Sinnesbläschen der Craspedoten übersahen, berichten auch nichts über den viel schwerer zur Beobachtung gelangenden Nervenring. Van Beneden <sup>1)</sup> sah sonderbarer Weise die sich entwickelnden Ovarien an den Radiärkanälen der Obelien, welche letztere er für Muskelbänder hielt, für Ganglien an.

Die ersten Angaben über nervöse, mit den Randbläschen in Verbindung tretende Elemente sind von Köl liker <sup>2)</sup> und Will <sup>3)</sup> gemacht worden. Letzterer führt nach der Beschreibung des Sinnesbläschens von *Geryonia (Tima) pellucida* fort: „Wo das letztere am Ringgefäß sitzt, befindet sich eine kleine Vertiefung. Dieselbe wird durch eine gelblich-grüne Masse ausgefüllt, in welche das Bläschen selbst zu ein Drittel seines Umfangs eingebettet ist. Ich halte dieses Gebilde für ein Ganglion, obgleich sich histologisch nichts nachweisen lässt.“ Was Will gesehen und als Ganglion gedeutet hat, wird aus der von ihm gegebenen Abbildung nicht klar. Bei *Tima* sp. habe ich etwas Aehnliches nicht bemerkt und glaube ich, dass Will nur eine etwas verdickte und dunkler gefärbte Stelle des Ectodermalstrangs um das Sinnesbläschen als Ganglion beschreibt. Einen Zweifel über die Haltbarkeit der Will'schen Deutung spricht schon 1847 Leuckart <sup>4)</sup> aus, der besonders hervorhebt, dass die angeblichen Ganglien nicht scharf genug vom umgebenden Körperparenchym abgegrenzt seien, um als distincte Nervencentra gelten zu können.

Ebenso unsicher ist, was Köl liker bei Geryoniden mit dem von ihm freilich nur sehr zweifelhaft als Nerv angesehenen „von einer Scheide umhüllten Strang“ gemeint hat, „der vom Mittelpunkt der Scheibe nach dem Randkörper hingeht, und wo er an denselben anstösst, leicht keulenförmig anschwillt“. Denn es ist wohl kaum anzunehmen, dass dies der zarte Nervenstrang ist, der, wie Haeckel beobachtet hat, bei Geryoniden, von den radialen,

---

<sup>1)</sup> Mémoire sur les Campanulaires de la côte d'Ostende. Mém. de l'acad. roy. d. sc. et de b. l. de Bruxelles. T. XVII. 1844.

<sup>2)</sup> Ueber die Randkörper der Quallen, Polypen und Strahlthiere. Forriep's neue Notizen. 1843. Nr. 534, p. 81.

<sup>3)</sup> Horae tergestinae. 1844, p. 72. T. II. F. 10.

<sup>4)</sup> Frey u. Leuckart, Beiträge zur Kenntniss wirbelloser Thiere, 1847, p. 39.

unter dem radialen Sinnesbläschen gelegenen Ganglion aus „den Radiärkanal in seiner ganzen Länge vom Schirmrand bis zum Magen begleitet“. <sup>1)</sup> Viel plausibler erscheint es, dass Köl liker die radiale Mantelspange selbst als Nerv gedeutet hat, da diese ja in der That in der Gallertsubstanz verläuft und von einer Nessel epithel-„Scheide“ überzogen ist.

L. Agassiz ist der Erste, der ein vollkommenes Nervensystem bei Craspedoten beschrieben und damit einen bis jetzt noch nicht entschiedenen Meinungskampf hervorgerufen hat, ob das, was er als nervöse Elemente gedeutet, wirklich als solche anzusehen sei.

Aus seinen Worten selbst <sup>2)</sup>, wie aus den beigegebenen Abbildungen geht aber zur Evidenz hervor, dass das, was er als Nervenstrang rings um die Schirmwand ansieht, der Marginalstrang selbst ist, den er auch histologisch vollkommen zutreffend beschreibt.

Weniger deutlich ist, was er als Nerv längs der Radiärkanäle ansah, nach Pl. III, F. 6 scheinen es nur Falten der umbrella zu sein.

Ausser L. Agassiz will auch Str. Wright <sup>3)</sup> bei Leptomedusen nervöse Elemente längs der Radiärkanäle gesehen haben. Er geht aber noch weiter und lässt bei Eudendrium pusillum (= Perigonimus repens) ein gangliöses Netzwerk sich über die ganze subumbrella verbreiten. Die glänzenden Körper, welche er als Ganglienrudimente beschreibt, scheinen indess Kerne der Muskelfasern oder der subumbrellaren Epithelzellen zu sein.

Agassiz' unrichtiger Deutung eines am Cirkelkanal liegenden Zellstrangs als Nervenring schliesst sich Mc. Crady <sup>4)</sup> an. Warum auch Hensen <sup>5)</sup> für die Richtigkeit der Agassiz'schen Deutung eintreten will, motivirt er selbst nicht näher. Mc. Crady's Zeichnungen des vermeintlichen Nervensystems von Eucheilota ventricularis zeigen deutlich, dass hier nichts als die entodermale

<sup>1)</sup> Geryoniden p. 50.

<sup>2)</sup> „In Medusae the nervous system consist of a single cord, of a strang of ovate cells, forming a ring around the lower margin of the animal, extending from one eye-speik to the other, following the circular chymiferous tube etc. — The substance of this nervous system is troughout cellular. Contributions. Acalephae. 1849, p. 232.

<sup>3)</sup> Proceedings roy. phys. soc. Edinb. I. 1858.

<sup>4)</sup> Proceed. of the Ellist. soc. of Charleston. S. C. 1859, p. 107. Pl. XII, F. 1, 2.

<sup>5)</sup> Studien über das Gehörorgan der Decapoden. Zeitschr. f. wissensch. Zool. XIII. 1863, p. 355 Anm.

Wandung des Ringkanals selbst, deren Zellen sich oft besonders in den Tentakelbulbis sehr vermehren, zusammen mit den die Tentakelbulbi ausfüllenden Chyluskörperchen hierfür angesprochen ist. Solche im Verhältniss zur Grösse des Thiers kolossale Ganglienmassen, wie seine Fig. IIa zeigt, würden wohl schwerlich so lange unentdeckt geblieben sein und ihrer physiologischen Deutung so grosse Schwierigkeiten bereiten.

Da Mc. Crady nichts von dem an die Concretionen der Sinnesbläschen herantretenden Sinnesnerv gesehen hat, ist es um so weniger anzunehmen, dass er den schwierig zu verfolgenden feinen Nervenring längs des Cirkelkanals entdeckte.

Etwas dem vermeintlichen Nervenring von L. Agassiz Analoges hat auch Fr. Müller als Nerven seiner *Liriope catharinensis* <sup>1)</sup> (*Glossocodon cath.* Heckl), der *Tamoya haplonema* und *quadrumana* <sup>2)</sup> (*Charybdaeidae*) und der *Cunina Kollikeri* <sup>3)</sup> (*Aeginiden*) beschrieben. Am ausführlichsten beschreibt er ihn bei *Liriope catharinensis*: „Um das Ringgefäss zieht sich ein ziemlich undurchsichtiger, gelblicher Saum, der namentlich nach aussen scharf contourirte, rundliche Zellen von 0,005–0,008 Mm. Durchmesser zeigt und auf dem mehr oder weniger reichliche Nesselkapseln liegen. An der Basis der Tentakel und in der Mitte zwischen diesen Stellen zeigt er längliche Anschwellungen, denen die sogenannten Randbläschen aufsitzen. Mit aller Wahrscheinlichkeit ist er als Nervenring anzusprechen; dafür spricht ausser den Randbläschen tragenden Anschwellungen, dass sich von jeder dieser Anschwellungen ein zarter, aber scharf begrenzter Strang nach oben verfolgen lässt, vier zur Basis der Tentakel, vier zu Punkten, an denen das junge Thier dem erwachsenen fast völlig fehlende Tentakel getragen hat.“

Es unterliegt keinem Zweifel, dass in dem Nervenring Müller's der von Haeckel so genau untersuchte Knorpelring der Geryoniden und sein Homologon bei anderen Craspedoten zu sehen ist. Als solchen hat ihn bereits Haeckel selbst in seinen Geryoniden <sup>4)</sup> bestimmt angesprochen. Claus <sup>5)</sup> wies ausserdem nach, dass sich

<sup>1)</sup> Polypen und Quallen von St. Catharina. Troschel's Archiv f. Naturg. XXV. 1859, p. 310. T. XI, F. 5, 7, 10 etc.

<sup>2)</sup> Zwei neue Quallen von St. Catharina. Abhandl. d. naturf. Gesellsch. zu Halle. Bd. V. 1860. T. I, F. 10. T. II, F. 23. T. III, F. 28.

<sup>3)</sup> *Cunina Kollikeri* n. sp. Beiträge zur Naturg. der Aeginiden. Tr. Archiv f. Nat. 1861, p. 46. T. IV, F. 5, 8, g.

<sup>4)</sup> P. 51, 52.

<sup>5)</sup> Zeitschr. f. wissensch. Zool. XIV. 1864.

ein solcher, aus kleinen Zellen gebildeter und mit Nesselkapseln versehener Strang (=Marginalstrang) an der unteren Seite des Ringkanals auch bei anderen Craspedoten (*Clytia Johnstoni*) verfolgen lasse und mit einem Nervenring keine Aehnlichkeit zeige.

Gegen den begründeten Einwand von Claus, dass „es sich hier nicht um einen Gegensatz von Ganglien und nach den einzelnen Organen ausstrahlenden Fasern handle“, entgegnete Müller<sup>1)</sup>, er habe ja nicht nur auf die Anschwellungen des fraglichen Rings unter den Randbläschen, sondern auch auf zarte Stränge Bezug genommen, die von dort nach den Tentakelursprüngen liefen und möglicherweise Sinnesnerven sein könnten. Aber auch dieser Einwurf ist durch die Bestimmung dieser Stränge als ebenfalls zum Knorpelringe gehörige „Marginalspangen“ entkräftet. In ähnlicher Weise wie Claus spricht sich auch Allman<sup>2)</sup> aus. Es genügt auch in der That, gesehen zu haben, wie der Marginalstrang an den Tentakelbulbis oft zu massiven Zellcomplexen anschwillt, um sich davon zu überzeugen, dass er mit einem Nervenring gar keine Aehnlichkeit hat und dass ein solcher in viel feineren und zarteren Elementen gesucht werden müsse.

Solche feine Fäden sind von Fr. E. Schulze<sup>3)</sup> unterhalb des Ringkanals von *Sarsia tubulosa* gesehen worden. Nur gehört „die grosse Menge ovaler Kerne, welche von wenig körniger Masse umgeben, zwischen oder an diesen Fasern bemerkt wird“, ganz entschieden nicht zu ihnen, sondern zu dem wahrscheinlich zerdrückten oder durch Conservirflüssigkeit undeutlich gemachten Marginalstrang, über dessen Vorhandensein und Bau von Fr. E. Schulze überhaupt nichts angegeben wird.

Der Nervenring der Leptomedusen ist ein zarter, blasser Strang, welcher an der inneren Seite des Marginalstrangs entlang läuft. Hier ist auch bei manchen Arten, wie z. B. bei *Obelia* und *Tiaropsis*, der Sitz der Sinnesbläschen. Da die Basis eines Theiles der Sinnesbläschen tief im Gewebe des Marginalstrangs liegt, und die Nerven nur von dieser aus in das Bläschen eintreten, kann der Nervenring hier auch nicht frei auf der Oberfläche aufliegen, sondern muss innerhalb des Marginalstrangs, von dessen äussersten Zellen bedeckt verlaufen, ganz wie dies Haeckel für die Geryoniden nachgewiesen hat. Aber auch da, wo die Rand-

<sup>1)</sup> M. Schulze's Archiv für mikroskop. Anat. I, 1865, p. 145 Anm.

<sup>2)</sup> Tubularian Hydroids. 1871, p. 137.

<sup>3)</sup> L. c., p. 22. T. II, F. 16.

bläschen frei auf dem Marginalstrang aufsitzen, scheint mir dasselbe statt zu finden, und der Nerv erst unter oder dicht vor dem Sinnesbläschen herauszutreten. Denn ich bekam die zarten Nerven hier zuerst unmittelbar an der Basis der Randbläschen deutlich zu Gesicht, während sie schon in nächster Nähe zu verschwinden schienen, also höchst wahrscheinlich von den oberflächlichen Zellen des Marginalstrangs bedeckt wurden. Derbere nervöse Anschwellungen habe ich aber auch hier ausserhalb des Bläschens nie bemerkt, und gehört das, was man bisher bei Leptomedusen als solche beschrieben hat, den Zellen des Marginalstrangs an. Bei *Tima* sp. und *Obelia geniculata*(?) konnte ich die Nerven an der Bläschenbasis deutlich sehen. Strahlenförmig, bei *Tima* auch verästelt, liefen die zarten Fasern von dem nervösen Polster aus, welches stets die Basis des Bläschens erfüllt (Taf. II, Fig. 21, 36). Nach diesem Ausstrahlen zu urtheilen, liegen die Hauptcentra des Systems in den Basen der Sinnesbläschen selbst. Dort bilden sie das Basalpolster, welches Haeckel bei den grossen Geryoniden-Sinnesbläschen wirklich aus Ganglienzellen zusammengesetzt fand. Das Basalpolster ist stets dicker als der übrige im Randbläschen zu beobachtende Nervenbeleg, zuweilen sogar ziemlich hoch (Taf. I, Fig. 16). Seine Oberfläche zeigte sich oft unregelmässig wellig, doch liessen sich nie einzelne Zellen in der stark lichtbrechenden Masse unterscheiden.

Bei vorsichtig angewandtem Druck, unter dessen Einwirkung die Zellen am Cirkelkanal sehr bald ihren Zusammenhang verlieren, und der bei den kleinen Formen bessere Dienste leistet, als Zerzupfen, lässt sich bei den Obelien dann und wann eine Strecke des Nervenrings isoliren.

Er bildet das einzige fasrige Element längs des Cirkelkanals und besteht aus einer Anzahl schwach granulirt erscheinender Nervenfibrillen. Von Zeit zu Zeit schwellen diese zu kleinen multipolaren, aber nur wenig verästelten Ganglienzellen an, die in ihrer Mitte einen deutlichen, runden Kern zeigen (Taf. II, Fig. 24). Die einzelnen Fibrillen, die ich sah, waren viel zarter als die von Fr. E. Schulze bei *Sarsia tubulosa* abgebildeten.

Dagegen habe ich mich, wie bereits Busch, vergebens bemüht, auch an die Ocelli deutliche Nerven herantreten zu sehen. Nur bei einer vollkommen ausgebreiteten, mit nach oben gekehrtem Codonostom unter dem Mikroskop liegenden *Tiaropsis* schien mir ein heller, zarter Streifen im Marginalstrang zu verlaufen und an die ocelli heranzutreten.



Ob dieser aber wirklich ein Nerv war, und nicht vielleicht durch die Grenzlinie des Entoderm- und Ectodermepithels gebildet wurde, wage ich nicht mit Sicherheit zu behaupten.

## B. Sinnesorgane.

### a. Randbläschen.

Die Randbläschen, welche bei einem Theil der Leptomedusen am Cirkelkanal, entweder an der Basis von Tentakeln oder zwischen denselben liegen, haben eine verschiedene Form. Theils sind sie fast rund oder länglichrund (Taf. I, Fig. 4), theils mehr halbkugelig (Taf. II, Fig. 22) oder birnförmig (Taf. I, Fig. 15).

Der Marginalstrang bildet um ihre Basis gewöhnlich eine geringe Verdickung, so dass die Bläschen ein wenig in denselben hineingesenkt erscheinen; oder aber das Bläschen liegt mit seiner unteren Hälfte in einer tiefen Aushöhlung des Marginalstrangs verborgen (Taf. I, Fig. 4).

Die Wand der meisten Randbläschen wird von einer feinen, homogenen Membran gebildet. Ueber diese ziehen sich bei *Clytia Johnstoni* und *Tima* sp. die Zellen des Marginalstrangs, das Bläschen auf diese Weise von allen Seiten umhüllend, epithelartig hinweg (Taf. I, Fig. 4, Taf. II, Fig. 35). Schon von Will<sup>1)</sup> wird eine solche doppelte Umhüllung des Randbläschens einer *Tima* wenigstens andeutungsweise abgebildet. Aehnlich scheint auch die Structur an der von Huxley<sup>2)</sup> beschriebenen *Mesonema*(?) zu sein.

An einem Randbläschen eines Exemplars von *Cl. Johnstoni* fand ich jedoch die feine, im optischen Durchschnitt als ein zarter, lichtbrechender Streifen unterhalb des epithelialen Ueberzugs sichtbar werdende Membran nicht ausgebildet; das ganze Bläschen war nur sehr klein und ragte wenig aus dem Marginalstrang hervor (T. I, F. 8).

Wahrscheinlich war dies noch in der Entwicklung begriffen, wofür auch die Kleinheit und Anzahl der Concretionen in den Nervenumbüllungen sprach (s. u.). Demnach scheint sich die Specialmembran erst später auszubilden.

Bei den Sinnesbläschen von *Obelia* und *Campanulina* wird

<sup>1)</sup> Horae tergestinae. 1844. T. II, F. 10.

<sup>2)</sup> Philos. transactions. 1859, p. 416. Pl. XXXVII, F. 10.

die Kapselmembran gleichfalls von einem Epithel überzogen, welches als eine unmittelbare Fortsetzung der Ectodermzellen des Marginalstrangs anzusehen ist. Dasselbe ist hier jedoch nur ein ganz zartes Pflasterepithel, dessen längliche Kerne allein etwas über die Oberfläche der Membran hervorragen (Taf. II, Fig. 22).

Den Randbläschen von *Tiaropsis* fehlt eine besondere Kapselmembran ganz und gar. Die polyedrischen Zellen des Marginalstrangs, welche hier allein die Bläschenwand bilden, bleiben im Aussehen und Volum ziemlich unverändert, nur sind ihre Membranen ungewöhnlich stark verdickt (Taf. I, Fig. 15, s. u.). Der Innenraum des Bläschens ist stets vollkommen abgeschlossen und steht in keiner freien Communication mit dem Ringkanal.

Die gesammte Innenseite der Bläschenwandung ist — abweichend von den Randbläschen der *Geryoniden* — mit einer Nervenmasse ausgekleidet, welche an der Basis stets zu dem beschriebenen mehr oder weniger voluminösen Polster anschwillt. Von dieser Nervenbekleidung gehen Fortsätze in den hohlen (oder mit klarer Flüssigkeit erfüllten?) Raum des Bläschens, deren jeder je eine oder mehrere Concretionen umschliesst.

Letztere sind durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen die am ersten und leichtesten erkenntlichen Theile des Sinnesbläschens. Es können von ihnen in einem Randbläschen nur eine einzige, oder mehrere, oder eine grössere Anzahl vorhanden sein. Ebenso kann eine einzelne Nervenummhüllung eine oder mehrere umfassen.

Diese Zahlenverhältnisse variiren bei manchen Species, so besonders bei *Clytia Johnstoni*, in vollkommen regelloser Weise (T. I, F. 4—7) und alle Combinationen sind hier möglich. Bei einem Individuum können in jedem Sinnesbläschen nur eine Concretion, beim zweiten in einigen, beim dritten in allen mehrere Concretionen liegen. Das eine Randbläschen kann in jedem Nervenfortsatz nur eine, das benachbarte in einem oder zwei mehrere Concretionen beherbergen etc.

Bei einigen Medusen findet sich dagegen regelmässig nur eine Concretion in jedem Randbläschen vor, so bei den *Obelien* (Taf. II, Fig. 20—22), bei anderen wieder stets mehrere, wie bei *Tiaropsis* (Taf. I, Fig. 15—20).

Der Gestalt nach lassen sich zwei Arten unterscheiden. Die einen sind so gross, dass sie ihre Nervenummhüllung zum grössten Theil ausfüllen, und von mehr oder weniger rundlicher, bis vollkommen runder Gestalt. Die anderen liegen oft in grosser Anzahl

beisammen, sind viel kleiner, völlig unregelmässig gestaltet und kleben zuweilen geldrollenartig aneinander (T. I, F. 19).

Wie Haeckel an jungen Individuen von *Glossocodon Eurybia* beobachtete, können die grossen, runden Concretionen aus einer Verschmelzung kleiner, unregelmässiger entstehen. In dem oben erwähnten, allem Anschein nach noch jungen Randbläschen der *Clytia* lagen gleichfalls im mittelsten Nervenfortsatz eine grössere Anzahl kleiner Concretionen, während die beiden seitlichen sogar nur je eine einzige, sehr kleine enthielten. Nicht selten sieht man neben einer grossen Concretion noch eine einzelne ganz kleine, welche entweder unmittelbar aus ihr hervorragt (Taf. II, Fig. 12) oder, von der Nervenummüllung mit eingeschlossen, neben ihr liegt (Taf. I, Fig. 6.) Wahrscheinlich ist dies in vielen Fällen der letzte Rest einer ursprünglich grösseren Anzahl.

Kann sich so mit zunehmendem Alter der Medusen die Anzahl der in ihren Randbläschen vorhandenen Concretionen vermindern, so erfolgt im Gegentheil bei vielen Arten durch Neubildung von Concretionen eine Vermehrung derselben, die zuweilen sehr beträchtlich sein kann. So findet man bei älteren Exemplaren von *Tiaropsis* regelmässig mehr Concretionen in den Randbläschen, als bei jüngeren.

Die sich zuweilen vorfindenden Doppelreihen<sup>1)</sup> sind dabei höchst wahrscheinlich, ähnlich wie die haufenförmige Anordnung, durch Verschiebung in Folge von Raummangel entstanden.

Auf dieselbe Ursache lässt sich auch die Form zweier Concretionen zurückführen, welche ich in einem Randbläschen von *Tima* beobachtete (Taf. I, Fig. 18.) Diese lagen unmittelbar nebeneinander und waren an den sich berührenden Seiten, die eine ganz, die andere zum Theil abgeplattet.

Die Concretionen selbst sind sehr hart und widerstehen sogar starkem Druck oft sehr lange. Schliesslich zerbrechen sie plötzlich in viele, unregelmässige, scharfkantige Stücke (Taf. II, Fig. 23). Zuweilen erscheint die Contour der Concretion deutlich doppelt, so dass man zwei in einandergeschachtelte Körper, oder einen hohlen zu sehen glaubt (Taf. I, Fig. 4).

Ohne Zweifel rührt diese Erscheinung von einem Wachsthum der Concretion durch lamelläre Ablagerung her, indem die jüngste, äusserste Schicht das Licht in anderer Weise als die älteren, inneren bricht. Bei Zusatz von Säuren, z. B. conc.

<sup>1)</sup> Z. B. bei *Halopsia ocellata*. A. Agassitz catalogue p. 101. F. 146, 147.

Essigsäure, lösen sich, wenn das umschliessende Gewebe nicht durch längeres Liegen in Conservirflüssigkeiten undurchdringlicher gemacht ist, die Concretionen sehr schnell vollkommen auf, was auf eine Zusammensetzung aus kohlen- oder phosphorsaurem Kalk schliessen lässt.

Verschieden, wie die Anzahl der in einem Sinnesbläschen vorkommenden Concretionen, ist auch ihre Lage innerhalb des Bläschens und die Art und Weise, in der sie mit der Bläschenwandung durch den Nerv verbunden sind. Die Concretionen liegen entweder, jede von einem besonderen Nervenfortsatz umgeben, an der Wand des Randbläschens, oder aber werden in einen Haufen zusammengeballt, oder perlschnurartig in eine Reihe geordnet von einer einzigen zusammenhängenden Nervenmasse in der Schwebelage gehalten.

Die wandständigen Concretionen werden meist von einem kurzen, soliden Fortsatz der die Wand des Sinnesbläschens auskleidenden Nervenmasse, dem Sinnesnerv, gehalten.

Diese Fortsätze können von allen Theilen der nervösen Auskleidung in das Innere des Bläschens vorragen, sowohl direct von dem Basalpolster, als auch von der Kapselbekleidung aus. So findet man bei *Clytia Johanstoni* die Concretionen theils aufrecht auf dem Basalpolster aufsitzend, theils seitlich oder von oben in das Bläschen hineinhängend, (Taf. I, Fig. 5, 6).

Ein Anblick, den man nicht selten wiedergegeben findet, als wenn eine Concretion von einem zarten, runden Bläschen umhüllt ganz frei in der Mitte des Sinnesbläschens schwebt, rührt davon her, dass man die Basis des in das Sinnesbläschen hereinragenden Sinnesnervens in der Flächenansicht beobachtet (Taf. I, Fig. 4.) Freischwebende Concretionen kommen in Wahrheit niemals vor.

Der nervöse Fortsatz kann dieselben entweder beutelförmig umschliessen, in welchem Fall man seine zarte Contour rings um die glänzende Concretion wahrnehmen kann (z. B. Taf. I, Fig. 7), oder aber die letztere sitzt in einer schalenförmigen Vertiefung des ersteren. Dies fand ich sehr oft bei *Campanulina acuminata*, nicht selten auch bei *Clytia*. In einem und demselben Randbläschen der letzteren Meduse kam die eine, wie die andere Form vor (Taf. I, Fig. 6). Dabei ist es keineswegs durchgängig, dass die Nervenschale die Concretion aufrecht, wie auf einem kurzen Stiel trägt, diese kann vielmehr seitlich umfasst und so theilweise vom Nerv überzogen werden (Taf. I, Fig. 5).

Bei den Obelien ist die nervöse Umhüllung kein solider Fortsatz, sondern eine hohle Schale mit sehr zarten, an der Basis etwas verdickten Wänden, welche von oben, dem Basalpolster gegenüber, in das Bläschen hineinhängt und die Concretion etwa an ihrem Halbmesser umfasst. Im optischen Querschnitt gesehen erscheint die Nervenschale wie zwei feine, an die Concretion herantretende Spangen (Taf. II, Fig. 6.) Schräge Ansichten, bei denen man den Rand der Schale rings um die Concretion wahrnehmen kann, oder ihre kreisförmige Basis an der inneren Bläschenwand erkennbar wird (Taf. II, Fig. 22), sowie der Umstand, dass die scheinbaren Spangen stets in derselben Weise seitlich, nie von vorn und hinten an die Concretion herantretend sich darstellen, geben über den wahren Sachverhalt Aufschluss.

Es liegt hier also nicht etwa ein ähnliches Verhältniss, wie bei Geryoniden (Haeckel) vor. Bei Anwendung von Druck erweist sich die Nervenschale in Folge der Zartheit ihrer Wandungen sehr dehnbar und nachgiebig, so dass sie sich auf die verschiedenste Weise hin und herzerren lässt, ohne dabei zu zerreißen.

Ein Verhalten, das zu der zweiten Art der Anheftung von Concretionen überführt, fand ich in einigen Randbläschen von *Tima* sp. Eine oder auch zwei von drei Concretionen sassen auf dünnen, ziemlich langen Nervenstielen auf, welche sich erst unmittelbar unter ihnen schalenartig erweiterten und sie so umfassten (Taf. II, Fig. 35). In Folge dieser Anheftungsweise lagen die drei Concretionen in einer Reihe in der Mitte des Randbläschen. Die übrigen Sinnesbläschen der *Tima* zeigten die zweite Art der Anheftung (Taf. II, Fig. 36).

Diese fand sich durchgängig bei *Tiaropsis scotica* (?) Allm. (Taf. I, Fig. 15—20). Die Concretionen liegen hier perlschnurartig in einer Reihe, welche bei grösserer Anzahl sich bogenförmig der Bläschenwandung anschliesst. Die beiden an den Enden der Reihe gelegenen Concretionen werden in der bei *Clytia* gewöhnlichen Weise von einem Nervenfortsatz umfasst und dieser zieht sich von ihnen, der Form jeder einzelnen Concretion angeschmiegt, über die gesammte Reihe hinweg.

Zuweilen kommt es vor, dass die Concretionen, statt in einer Reihe, in ein Häufchen zusammengeballt liegen. Die Art und Weise ihrer Anheftung bleibt dabei dieselbe (Taf. I, Fig. 17). Bei *Obelia* fand ich die normale Anzahl (8) der Randbläschen öfters nicht ausgebildet, indem einzelne oder selbst die Mehrzahl

fehlten. Bei *Clytia* und *Campanulina* sind sie nicht selten in der Weise unregelmässig vertheilt, dass zwischen je zwei Tentakeln zwei oder keins liegt.

Da ich bei der letzteren Meduse meist Randbläschen mit nur einer Concretion fand, einige jedoch langgestreckt und mit zwei Concretionen versehen, schliesslich auch zwei Bläschen so unmittelbar neben einander auf dem Ringkanal sitzend, dass sich ihre Wände berührten (Taf. I, Fig. 12, 13), so dachte ich sofort daran, ob hier nicht eine Vermehrung durch Theilung stattfände.

Leider kam kein einziges grade in der Theilung selbst befindliches Bläschen zur Ansicht, doch fand ich nachträglich, dass A. Agassiz bei seiner mit der *Campanulina acuminata* augenscheinlich identischen *Oceania languida* die Theilung wirklich beobachtet hat.<sup>1)</sup> Ob diese Vermehrung der Randbläschen weiter verbreitet ist, müssen fernere Untersuchungen lehren.

Was die specielle Function der Randbläschen betrifft, so ist die von manchen Autoren getheilte Ansicht, dass sie als Gesichtorgane zu betrachten seien, entschieden unhaltbar, da die Concretionen namentlich da, wo sie in grösserer Anzahl auftreten, mit „Linsen“ gar keine Aehnlichkeit haben.

Die ersten Anfänge von Augenbildungen bestehen bei niederen Thieren ganz gewöhnlich aus einer Anhäufung von Pigment in der äusseren Körperbedeckung, zu welcher später Nerven und brechende Medien hinzutreten.

Da nun die Medusen zum Theil solche, den unvollkommenen Augen anderer niederer Thiere ganz entsprechende Bildungen besitzen, und diese bei einer Gattung (*Tiaropsis*) zugleich mit den Randbläschen vorkommen, so kann man unmöglich den letzteren eine Bedeutung als Gesichtorgane zuschreiben. Man müsste denn die Analogie der Medusen-Ocellen mit anderen gradezu leugnen, wozu absolut kein Grund vorliegt.

Ob man dagegen in den Sinnesbläschen Gehörorgane zu sehen hat, vermag ich nicht zu entscheiden, da ich vergebens nach Hörhärchen gesucht habe.<sup>2)</sup>

Im Allgemeinen scheinen die Randbläschen der Leptomedusen in ihren wesentlichen Structurverhältnissen übereinzustimmen.

<sup>1)</sup> N. Amer. *Acalephae* p. 71.

<sup>2)</sup> O. u. R. Hertwig beschreiben dagegen solche für mehrere Lepto- und Trachymedusen.

Die abweichenden Angaben der verschiedenen Beobachter könnten zuerst die Meinung hervorrufen, als lägen hier sehr bedeutende Modificationen vor. Eine vergleichende Zusammenstellung zeigt aber, dass dieselben mehr einer verschiedenen Auffassung und physiologischen Deutung des Gesehenen, als einem wirklich differenten morphologischen Verhalten zuzuschreiben sind.

Da mir keine Gelegenheit geboten war, die nach den Untersuchungen von *Haackel* in manchen wichtigen Punkten abweichenden und höher organisirten Randbläschen der *Trachymedusen* zu beobachten, so habe ich in Folgendem die Angaben der Autoren, die sich nur auf solche beziehen, nicht berücksichtigt.

Als *Fr. Eschscholtz* 1829 sein grundlegendes System der *Acalephen* verfasste, waren die Randkörper der höheren *acraspeden* *Medusen* schon entdeckt, wenn auch ihre Function noch ganz im Dunkeln blieb. Sie erfuhren zum Theil die wunderlichsten Deutungen: *O. Fr. Müller*<sup>1)</sup> hielt sie für After, *Rosenthal*<sup>2)</sup> für *Medusenknospen*, *Tilesius*<sup>3)</sup> für *Expirationsorgane*, (*M. Edward's*<sup>4)</sup> glaubt *Ovarien*, in denen einer *Craspedote* gefunden zu haben) und erst *Ehrenberg*<sup>5)</sup> nahm sie sicher als *Sinnesorgane* (gestielte Augen in Verbindung mit *Respirationsorganen*) in Anspruch. So konnte sie noch *Eschscholtz* (p. 41) nur als: „dunkle, bisher noch unerklärte, kleine Körper“ bezeichnen.

Bei den kleinen, der genaueren Beobachtung für die damaligen Hilfsmittel weit schwieriger zugänglichen *Craspedoten* waren dagegen die Randkörper bis dahin noch völlig übersehen worden. Deshalb unterscheidet auch *Eschscholtz* seine *Discophorae cryptocarpae* — die *Craspedoten* Ggb. — hauptsächlich durch negative Merkmale von den *Phanerocarpen*: „Gleichzeitig mit dem Mangel der Keimwülste an der unteren Fläche des Magens werden auch die acht kleinen Körner am Rande der Scheibe vermisst, wodurch die Quallen dieser Abtheilung als viel einfacher gebaut erscheinen“ (p. 84).

<sup>1)</sup> *Zoologica danica*. 1788—1806.

<sup>2)</sup> *Tiedemann und Treviranus, Zeitschr. für Physiol.* Bd. I.

<sup>3)</sup> *Nova acta Acad. Caes. Leop. Nat. cur.* T. XV. P. II.

<sup>4)</sup> *Annales d. sc. nat.* 1833. T. XXVIII, p. 254. Pl. XI—XIII (*Charybdea marsupialis* Pér.).

<sup>5)</sup> *Acalephen des rothen Meers*. 1836.



Nach und nach wurden jedoch die Randbläschen bei einem Theil der Craspedoten aufgefunden und dienten später, nachdem Gegenbaur ihre systematische Wichtigkeit hervorgehoben <sup>1)</sup> und zum ersten Male bei seiner Aufstellung eines neuen Systems der Craspedoten <sup>2)</sup> praktisch durchgeführt hatte, als wesentliches Unterscheidungsmerkmal natürlicher Gruppen.

Nur Forbes <sup>3)</sup> hat sie gleichfalls ganz übersehen, und die Angaben anderer Forscher missverstehend, sowie durch die Deutung der Randbläschen als Gehörorgane irreführt, die Hohlräume der Tentakelbulbi mit dem in ihnen oscillirenden Chylus als solche beschrieben. Es muss dies ausdrücklich hervorgehoben werden, da ein grosser Theil der von ihm beschriebenen Thaumantiaden (z. B. sicher seine *Thaumantias lucifera*, welche eine *Obelia*-Meduse ist (Pl. X, Fig. 2) zu den Eucopiden Ggb zu ziehen ist. Busk <sup>4)</sup> glaubte in den bulbösen Anschwellungen, welche Forbes zwischen den Tentakeln seiner *Thaumantias octona* Pl. VIII, Fig. 4 b, c, *Th. quadrata* Pl. IX, Fig. 2 e *Th. maculata* Pl. IX, Fig. 4 e, *Th. globosa* Pl. X, Fig. 49, *Th. inconspicua* Taf. VIII. Fig. 3 abbildet und beschreibt, die Randkörper erblicken zu dürfen, wonach diese Medusen Eucopiden wären. Diese Annahme wird indess dadurch haltlos, dass solche sich bildenden Tentakelbulbi bei Thaumantiaden ebenso gut, wie bei Eucopiden vorkommen. Auch hält er die entsprechenden Verdickungen mehrerer Oceaniden gleichfalls für von Forbes falsch gedeutete Randkörper, während sie diesen bekanntlich ganz fehlen.

Dass Forbes die Randbläschen wirklich übersehen hat, geht daraus sicher hervor, dass er sie auch bei Geryonopsiden und Geryoniden nicht beschreibt, wo sie doch sehr auffällig sind. Die Identität seiner vermeintlichen Gehörbläschen mit den vom oscillirenden Chylus gefüllten Bulbushöhlen wird aus den betreffenden Beschreibungen auf p. 8, 9, 28 etc. ersichtlich.

Da ist es denn nicht zu verwundern, wenn sich Leuckart <sup>5)</sup>, als er über die Randbläschen der Geryoniden spricht, äussert:

<sup>1)</sup> Bemerkungen über die Randkörper der Medusen. Müller's Archiv f. Anat. 1856, p. 231.

<sup>2)</sup> Versuch eines Systems der Medusen. Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1857.

<sup>3)</sup> A monograph of the Brit. Med. 1848.

<sup>4)</sup> Transactions of the microscopical society of London, vol. III. 1852.

<sup>5)</sup> Beiträge zur Kenntniss der Medusenfauna von Nizza. Troschel's Arch. f. Nat. XVII. 1856, p. 7 Anm.

„Wie sich *Geryonia appendiculata* in dieser Hinsicht auszeichnet, geht aus der Beschreibung von Forbes nicht deutlich hervor.“

Der Erste, der wirklich die Sinnesbläschen an einer Leptomeduse entdeckte, ist der besonders um die Entwicklungsgeschichte der Hydromedusen so verdiente Sars.<sup>1)</sup> Er beobachtete sie 1835 als acht zwischen den „vier köllförmige Jndlem“ liegende „Randkorn“ mit vielen (11) Concretionen an einer Craspedote, die er, der von Forbes für die Thaumantiaden gegebenen Diagnose gemäss, *Thaumantias multicirrata* nannte, und die mit der *Tiaropsis diademata* L. Ag. identisch oder doch sehr nah verwandt ist (s. u.). Weniger genau, als die Sars'sche ist die 1841 von M. Edwards<sup>2)</sup> publicirte Abbildung der Sinnesbläschen von *Aequorea violacea* M. E. als „vésicules hémisphériques ou ovalaires qui renferment deux ou quelquefois trois corpuscles sphériques,“ über deren wirkliche Natur als Sinnesbläschen Gegenbaur 1857 noch nicht ganz ohne Zweifel ist.

Weder Sars noch M. Edwards sprechen sich über die Function der Sinnesbläschen aus. Die folgenden Beobachter sind, wohl geleitet durch die Ergebnisse der inzwischen an höheren Medusen namentlich durch Ehrenberg angestellten Untersuchungen, über ihre Natur als Sinnesorgane einig. In Bezug auf ihre specielle Verrichtung aber deuten sie dieselben theils als Gesichts-, theils als Hörorgane, theils schliessen sie sich keiner dieser Ansichten an und enthalten sich eines definitiven Urtheils. Die Aehnlichkeit der Sinnesbläschen sowohl mit Gesichts- wie mit Gehörorganen hob Beneden hervor, als er sie an den Medusen seiner Campanularen (Obelien) beobachtete<sup>3)</sup>: „On dirait un cristallin ou un otolithe au milieu du globe de l'oeil ou d'une capsule auditive.“ Für die Natur der Sinnesbläschen als Gehörorgane erklären sich insbesondere Kölliker, Will, Leuckart, Hensen, während L. und A. Agassiz, Busk und Fr. Müller sie für Augen halten. Dagegen entscheiden sich besonders Gegenbaur, Haeckel, Hincks und Allman für keine dieser Deutungen.

Will<sup>4)</sup> beschreibt „Gehörbläschen“ an *Geryonia* (Tima) pellu-

<sup>1)</sup> Beskrivelaer og Jagttagelser over nogle moerkelige eller nye ihavet ved den Bergenske kyst levende dyr. etc., p. 27. Pl. V.

<sup>2)</sup> Ann. d. sc. nat. 2. Ser. vol. XVI, p. 196. Pl. I. F. 1 c.

<sup>3)</sup> Mém. sur les Campanulaires. Nouv. mém. de l'ac. roy. d. sc. de Bruxelles. T. XVII. 1844, p. 24.

<sup>4)</sup> Horae tergestinae. 1844, p. 72.

cida. Er hat jedoch nichts als das Sinnesbläschen selbst und die Concretionen beobachtet, welche er als „runde Körperchen“ und „Kügelchen“ bezeichnet und als deren Zahl er 1—9 und selbst mehr angiebt. Ausdrücklich sagt er von diesen: „Ich habe nie gesehen, dass sie sich bewegen.“ Weshalb er also in ihnen Gehörorgane sieht, ist nicht recht ersichtlich. Seinen Angaben schliesst sich Leuckart<sup>1)</sup> an. Er bezeichnet das Sinnesbläschen gradezu als „Gehörkapsel oder Gehörbläschen“, die Concretion als Otolithen. Dass auch er sich der Deutung als Gehörorgane anschliesst, obgleich er die völlige Bewegungslosigkeit der „otolithen“ hervorhebt, scheint mir nur aus einer Analogisirung mit den entsprechenden Organen der Cydippiden zu folgen. Leuckart hat aber schon damals etwas von den nervösen Elementen im Sinnesbläschen gesehen. Denn nachdem er bemerkt, dass er die Otolithen stets „in einer bogenförmigen Reihe an der äusseren Wand der Gehörbläschen gelegen“ gefunden habe, fährt er fort: „Wahrscheinlich hat diese Lage in einer bestimmten Anordnung ihren Grund, und schien es uns, als ob ein jeder Otolith von einer besonderen, sehr zarten Zelle getragen und zum Theil darin hineingesenkt wäre.“ Diese Zelle ist nichts Anderes, als der an die Concretion antretende Nerv und entspricht die Schilderung Leuckart's ganz der nach dem Gehörbläschen einer Tima entworfenen Zeichnung (Taf. II, Fig. 35).

Leuckart hat also hier vollkommen genau beobachtet und ist sein später<sup>2)</sup> in Bezug hierauf ausgesprochener Zweifel unbegründet. Was er nämlich hier an den Randbläschen von *Phialidium viridicans* (= *Campanulina acuminata*) beobachtet hat<sup>3)</sup>, ist nur eine weitere Modification des bei Tima Gefundenen. Dieselben sind nämlich nach ihm bei *Phialidium* „rundliche Kapseln mit einem sphärischen Otolithen, der fest und unbeweglich in einer eigenen Zellhülle eingebettet und an den äusseren Rand der Kapsel befestigt ist.“ Augenscheinlich entspricht die Zeichnung Leuckart's der Fig. 8 auf Taf. I. Die eigene Zellhülle ist der die Concretion ganz umschliessende Nerv.

In der Deutung der einzelnen Theile des Sinnesbläschens

---

<sup>1)</sup> Frey und Leuckart, Beiträge zur Kenntniss wirbelloser Thiere. 1847, p. 39.

<sup>2)</sup> Beiträge zur Kenntniss der Medusenfauna von Nizza. Troschel's Arch. f. Nat. XXII. 1856, p. 9.

<sup>3)</sup> Ibid. p. 19. T. I. F. 14.

als eines Gehörorgans geht am weitesten V. Hensen.<sup>1)</sup> Derselbe sagt von dem Sinnesbläschen einer Eucope: „Hier fand sich in den zahlreichen Otolithensäcken an der centralen Seite eine verdickte Stelle, als verdickte Epithelschicht zu deuten. Von hier aus sah man sehr feine Haare nach einem Stein zu strahlen, der in der Mitte des Sackes lag. Der Stein war aber in einer inneren Blase, die er nicht ganz ausfüllte und an die eine Seite dieser Blase gingen noch weitere Haare heran. Diese Beobachtung war an allen Bläschen zu wiederholen. Die Härchen waren sehr 'blass und wenig lichtbrechend.“ Eine Deutung für diese auffallende Angabe Hensen's ist bereits von Haeckel<sup>2)</sup> gegeben. Die „feinen Härchen“ erklärt er für die von dem Basalpolster (= verdickte Epithelschicht Hensen) aufsteigenden Sinnesnerven.<sup>3)</sup>

L. Agassiz giebt auffallender Weise in seinen Contributions 1857—62, in denen die Entwicklung und theilweise auch die feineren Structurverhältnisse der Craspedoten einer ausführlichen Untersuchung unterworfen sind, bei einer Anzahl Medusen über die interessanten Sinnesbläschen keine detaillirtere Beschreibung. So werden sie bei der sonst so eingehend besprochenen *Obelia commissuralis* (= *Obelia dichotoma* L.) nur mit den wenigen Worten bedacht: „Each eye is a globular body, containing, at its centre, another globular body, about one quarter its diameter and possessing highly refracting properties“. <sup>4)</sup> Der jüngere Agassiz folgt in seinem Katalog der amerikanischen Acalephen der Deutung seines Vaters. Man findet aber bei ihm über die „eyes“ der Craspedoten nirgends Näheres, als dass sie eine oder mehrere (bei *Eutima limpida* (p. 117)—14) „granules“ enthalten, die einzeln, in einer Bogenreihe (*Tima*) oder „in a cluster in the centric“ (*Aequorea* p. 111) im Bläschen liegen. Die nervösen Elemente scheinen von ihm nicht beachtet zu sein.

Ein genaues Studium ist dagegen den Sinnesbläschen von Busk<sup>5)</sup> gewidmet worden. Er untersuchte dieselben an einer Meduse, die seiner Beschreibung nach mit der *Clytia Johnstoni* Alder identisch ist, die er aber, gemäss der Nomenclatur des kurz vorher erschienenen Forbes'schen Medusenwerkes, als *Thaumantias*

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. wiss. Zool. XIII. 1863, p. 355 Anm. T. XX. F. 24 B.

<sup>2)</sup> Geryoniden p. 59.

<sup>3)</sup> Dagegen werden, wie schon oben bemerkt, von O. und R. Hertwig (l. c.) wieder Hörhaare in den Sinnesbläschen beschrieben.

<sup>4)</sup> IV. p. 319. Pl. XXXIV. F. 21.

<sup>5)</sup> Transactions of the microscop. soc. of London III. 1852.

sp. bezeichnet. Die von ihm im Sinnesbläschen beobachteten „cysts filled with a transparent fluid, and containing also a spherical, highly refractive corpuscle“, sind nach seinen Figuren 12 und 13 nur als die von dem Basalpolster ausgehenden, die Concretionen (spherical corpuscle) umgebenden Sinnesnerven zu deuten. Fig. 14 ist als Ansicht auf die Basis eines seitlich in das Bläschen hereinragenden und mehrere Concretionen umschliessenden Nerven zu erklären. Das spherical corpuscle der Fig. 15 ist wohl erst durch Einwirkung eines Reagens zusammengeschrumpft. Wenigstens scheint der die sehr kleine Concretion umgebende Kreis innerhalb der nervösen Umhüllung ihren ursprünglichen Umfang anzudeuten. Da die Anwendung von polarisirtem Lichte in der Concretion ein schwarzes Kreuz erkennen und so auf „eine grössere, nach der Peripherie zu allmählich abnehmende Dichtigkeit im Centrum“, also eine auch direct beobachtbare (s. o.) Art von concentrischer Schichtung schliessen liess, so sieht Busk hierin eine Aehnlichkeit mit den Linsen der Fische und deutet das Sinnesbläschen als Auge.

Aehnliches, wie in den Randbläschen der *Liriope* (*Glossocodon* Hekl) *catharinensis*, will Fr. Müller auch bei einer *Eucope*, deren Randbläschen 5—7 Concretionen enthielten, gesehen haben. Von der *Liriope* sagt er aus <sup>1)</sup>: „Die rundlichen Blasen haben etwa 0,03 Mm. Durchmesser und zeigen eine doppelte Contour. Am oberen Rande entfernt sich die innere von der äusseren, eine Art breiten, kurzen Stiel bildend, auf den eine gelbliche Kugel von 0,02 Mm. Durchmesser aufsitzt. Diese, den Stiel gegenüber leicht ausgehöhlt, umfasst hier eine kleinere, stark lichtbrechende Kugel.“ Es ist leicht ersichtlich, dass in Bezug auf die *Eucope* die doppelte Contour der Wand des Randbläschens durch die innere Nerven- auskleidung entsteht. Der breite, kurze Stiel und die Kugel, welche die Concretion umzieht, ist der Sinnesnervenfortsatz.

Müller erklärt sich zwar für die Agassiz'sche Deutung der Randbläschen als Auge, die Concretion als „Linse“ und ihre Nerven umhüllung als „Sehnerv“. Doch ist er weniger der Ansicht, dass „in diesen Organen das Licht als Licht“, sondern eher, dass „im Lichte nur die begleitenden Wärmestrahlen“ empfunden würden. <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Abhandlung der naturf. Gesellsch. in Halle. V. 1859, p. 314. T. XI. F. 9—11.

<sup>2)</sup> Troschel's Archiv f. Nat. 1859, p. 315. Cf. Gegenbaur, Grundriss der vergl. Anat. 1874, p. 45.

Viele der neueren Beobachter, wohl vertraut mit der Schwierigkeit der Deutung von Sinnesorganen niederer Thiere, bei denen physiologische Experimente zur definitiven Erscheinung kaum möglich sind und die Deutung der morphologischen Bestandtheile nach Analogieen leicht irre führen kann, enthalten sich eines bestimmten Urtheils über die specielle Function der Sinnesbläschen.

Hincks berührt sie in seinem besonders die Systematik berücksichtigenden Hydroidenwerk <sup>1)</sup> nur mit wenig Worten. Das in F. 12 gezeichnete Sinnesbläschen lässt die Concretion mit dem antretenden und umschliessenden Nerv deutlich erkennen. Dagegen hat sich Gegenbaur wieder eingehend mit ihnen beschäftigt und sie in einem besonderen Aufsatz <sup>2)</sup> behandelt.

Der „kurze Stiel“ und die „feine Membran“, welche er an und um die Concretion gehend fand, sind wieder der Sinnesnerv.

„Weniger,“ fährt Gegenbaur fort, „gelang es mir bei den Aeginiden Solches festzustellen, und nur bei einer Species glückte es, die die Concretion umhüllende Membran deutlich zu sehen, während die anderen Arten nichts davon erkennen liessen, wovon ich die Ursache mehr in der Kleinheit der Randkörper, als in einem wirklich abweichenden Verhalten suchen möchte.“ Ich bin überzeugt, dass Gegenbaur, ganz so, wie Leuckart bei *Tima*, auch in diesem Fall richtig gesehen haben wird, indem eben nicht bei allen *Craspedoten* die Concretionen in einer nervösen Umhüllung eingeschlossen sind, sondern oft nur in einer schalenförmigen Vertiefung des antretenden Sinnesnerven aufsitzen.

Von Haeckel <sup>3)</sup> wurden bei *Octorchis Gegenbauri* Hekl, *Tima Cari* Hekl und *Mitrocoma Annae* mehrere (— 10), bei *Phialidium ferrugineum* Hekl. nur eine Concretion in den Randbläschen beobachtet. Sämmtlich erschienen sie von Nerven umhüllungen (zartwandigen Bläschen) umschlossen, die theils wandständig waren, theils (bei *Mitrocoma*) sich wie bei *Tiaropsis* verhielten. In neuester Zeit hat Allman in seiner prachtvollen Monographie der Tubularien auch die Randbläschen der *Craspedoten* näher behandelt. Allman ist aber in diesem Kapitel weniger glücklich gewesen, als auf anderen Gebieten, und hat bei der Deutung des Beobachteten

<sup>1)</sup> A history of the British Hydroids Zoophytes. 1868. V. I, p. XXV.

<sup>2)</sup> Bemerkungen über die Randkörper der Medusen. Müller's Arch. f. Anat. 1856, p. 230. T. IX.

<sup>3)</sup> Beschreibung neuer *craspedoter* Medusen aus dem Golf von Nizza. Jenaische Zeitschr. I. 1864.

besonders in Folge eines eigenthümlichen Irrthums fehlgegriffen. Dieser lässt sich kurz so praecisiren, dass Allman die leeren (resp. von klarer Flüssigkeit erfüllten) und die von fester Substanz eingenommenen Theile des Sinnesbläschens (lithocyst Allm.) mit einander verwechselt hat.

Schon Busk hatte von den Sinnesbläschen der höchst wahrscheinlich mit *Clytia Johnstoni* identischen *Thaumantias* sp. ausgesagt: „The cavity of the outer cell or cyst (Randbläschen), exterior to the smaller or inner cyst (Nerv) which contains the refractive corpuscle, is occupied by a fine granular material, in which an indistinctly fibrous, radiating appearance may sometimes detected“, und hatte eine entsprechende Abbildung gegeben.<sup>1)</sup>

Diese Bemerkung scheint Allman, da er sie ausdrücklich anzieht, dazu geführt zu haben, Hohlraum und feste Substanz mit einander zu verwechseln. Allman beschreibt das Sinnesbläschen von *Campanulina* (*Clytia*) *Johnstoni* — und dasselbe soll auch von dem der Obelien gelten — wie folgt: „It consists of a spherical transparent and structurless vesicle or capsule, the greater part of whose cavity is occupied by a soft spherical pulp, in whose distal pole, or that opposite to the point of attachment of vesicle, there exists a deep well-defined excavation; and within this, but not entirely filling it, is the spherical highly refractive concretion. In the pulp itself I could not detect no trace of structure, but when seen in profile, it has a slightly wavy outline, possibly occasioned by a spherical layer which intervenes between it and the walls of the capsule.“<sup>2)</sup>

Eine Vergleichung von Allman's F. 58 und besonders F. 59 zeigt sofort, dass Allman den (mit Flüssigkeit erfüllten?) Hohlraum des Sinnesbläschens für eine Pulpa, die Nervenaukleidung der Wand für den leeren Zwischenraum zwischen einer solchen und der Bläschenwand, resp. für eine die Pulpa umschliessende Specialmembran, und den die Concretion umgebenden Nerven für eine Aushöhlung in der Pulpa gehalten hat. Die Oberfläche der Pulpa soll 12—15 helle Streifen zeigen, welche radienartig von der Pulpaaushöhlung, also der Nervenumbüllung der Concretion, nach der Wand des Sinnesbläschens ausstrahlen<sup>3)</sup>, und soll Busk

---

<sup>1)</sup> L. c., F. 12.

<sup>2)</sup> L. c., p. 140.

<sup>3)</sup> Cf. F. 58.



Aehnliches gesehen haben, wenn er von „indistinct radiating appearance“ spricht. Was ein solches Bild vorgetäuscht haben mag, weiss ich nicht mit Bestimmtheit zu sagen, da mir eine derartige Streifenerscheinung nie aufgefallen ist. Möglicherweise ist es durch eine faltige Schrumpfung der Bläschenwand nach dem Tode der Meduse oder nach Einwirkung von Reagenzien entstanden, oder aber es sind die feinen Streifen Zellgrenzen des das Bläschen umhüllenden Epithels. Für letztere Annahme könnte der Umstand sprechen, dass Allman ihre grössere Deutlichkeit nach Behandlung mit acid. acet. hervorhebt, welches Reagens auch die einzelnen Zellen deutlicher erkennbar macht.

Unrichtig ist natürlich Allman's Meinung, dass V. Hensen diese Streifung für Hörhärchen gehalten hat; und ebenso wenig sind die von Haeckel beobachteten zwei Sinnesnerven der Ge-ryoniden-Randbläschen dasselbe, wie seine „meridional striae“.

Auch die Concretion von *Tiaropsis scotica* Allm. (= *diademata* Ag.?) sollen nach Allman, ganz wie die einzige bei *Campanularia* und *Obelia*, in einer „Pulpa“ eingebettet sein.

Das „finely granular layer“, welches zwischen Pulpa und Bläschenwand ausgebreitet sein soll, ist auch hier als die Nerven-  
auskleidung anzusprechen.

In der That kann es zuweilen den Anschein haben, als wäre die ziemlich stark lichtbrechende und daher hell erscheinende Nerven-  
umhüllung der Concretionen nichts als eine Aushöhlung in einer trüberen, das Bläschen erfüllenden Masse. Genauere Beobachtung, namentlich bei Anwendung von leichtem Druck, lässt aber sofort die Täuschung erkennen.

Ausserdem kommt es bei *Tiaropsis* zuweilen vor, dass die Wand des Randbläschens zerstört, oder vielleicht überhaupt nicht ausgebildet ist. Dann sieht man die Nervensäckchen mit den in ihnen eingeschlossenen Concretionen frei am Cirkelkanal herabhängen, eine Abnormität, die sofort das wahre Sachverhältniss unbestreitbar macht (T. I, F. 27).

Auch Agassiz <sup>1)</sup> lässt bei der Beschreibung des Randbläschens von *Tiaropsis* das Bläschen selbst von einer festen Masse ausgefüllt sein. Ja, er geht hierin noch weiter als Allman und bezeichnet das ganze Randbläschen als eine solide, directe Verlängerung des „inner wall of the disk“, welcher mit diesem in unmittelbarer Communication stände. Was Agassiz übrigens mit

---

<sup>1)</sup> Contributions, 1862. Pl. XXXI. F. 12—15.

diesem „inner wall of the disk“ gemeint hat, ist nicht ganz klar, da seine Fig. 12 das Randbläschen als eine directe Verlängerung des Entoderms des Cirkelkanals und der Tentakel erscheinen lässt.

#### b. Ocellen.

Die Ocellen liegen stets im Ectoderm in den Zellen des Marginalstrangs, allermeist an den Tentakelblasen. Bei *Tiaropsis* findet man sie dagegen an der Basis der Randbläschen in einer bulbösen, das Bläschen von aussen schützenden Verdickung des Marginalstrangs (T. I, F. 15. 20).

Die Ocellen bestehen aus Anhäufungen von Pigmentkörnchen innerhalb der Zellen des Marginalstrangs, welche mehr oder weniger scharf begrenzte Flecke bilden. Die bei einigen Medusen vorkommenden lichtbrechenden Körper<sup>1)</sup> fehlten den von mir beobachteten Ocellaten.

Wenig concentrirt zeigen sich die verhältnissmässig spärlichen rothen Pigmentkörner der Ocellen von *Tiara pileata*.

Sehr wohl muss man sich hüten, mit den echten Ocellen die oft sehr farbenprächtige Tinction der Entodermzellen an den Tentakelbulbis zu verwechseln (s. u.).

### 5. Gastrovascularsystem. Tentakel.

Das Gastrovascularsystem der Medusen entwickelt sich ganz und gar aus dem Entoderm. Es besteht aus dem centralen, in die Schirmhöhle herabhängenden Magen, den von ihm abgehenden Radiärkanälen und dem dieselben am Schirmrande verbindenden Cirkelkanal. Letzterer ist stets mit Tentakeln in sehr verschiedener Anzahl besetzt, welche als Bestandtheile des gesamten Systems aufgefasst werden müssen.

Das Lumen des Gastrovascularsystems wird zunächst überall von einem aus den eigentlichen Gastrovascularzellen gebildeten Epithel umgeben. Die einzelnen Zellen dieses Epithels sind jede mit nucleus und nucleolus versehen und ihrer Form nach zum Cylinderepithel zu rechnen, wie besonders deutlich an den Radiär-

<sup>1)</sup> Quatrefages, Mémoire sur l'*Eleutheria dichotoma*, nouveau genre des Rayonnés. Ann. d. sc. nat. XVIII. 1842. — Gegenbaur, Müller's Archiv f. Anat. 1856. — Allman, A monograph of the Tubularian hydroids. — Keferstein u. Ehlers, Zool. Beiträge. 1861.

kanälen hervortritt (T. II, F. 8). Nur an der an die umbrella stossenden Hälfte des Ringkanals sind die Zellen in der Regel flacher (T. I, F. 21), bei den Obelien sogar ganz zarte Pflasterzellen, welche, von der Oberfläche betrachtet, unregelmässige, häufig dreieckige Umrisse zeigen (T. II, F. 28, 29).

Im Gegensatz zu den flachen Zellen der oberen Hälfte des Ringkanals bleibt das Epithel seiner Unterseite, welches an den Marginalstrang grenzt, oft nicht einfach, sondern ist hier geschichtet und kann eine beträchtliche Dicke erreichen (z. B. bei *Clytia Johnstoni*, T. I, F. 4, *Tima* sp. T. II, F. 35). An den Tentakelbulbis schwillt das Epithel des Ringkanals bei manchen Gattungen, ähnlich wie der Marginalstrang, durch Vermehrung seiner Zellen sehr an (T. I, F. 9, 21) und bildet so entweder gemeinschaftlich mit dem sich verdickenden Marginalstrang, oder auch in der Hauptsache nur allein, die Basalverdickung. Der Bulbus kann demnach, abgesehen von der Erweiterung des Kanallumens, entweder aus einer Zellvermehrung und entsprechenden Verdickung beider Schichten des Ringkanals, oder der Hauptsache nach nur aus der Verdickung der einen von beiden bestehen. In letzterm Fall bildet die andere Schicht nur eine schwächere, äussere oder resp. innere Bekleidung des Bulbus.

Die Gastrovascularzellen des Magens von *S. eximia* haben eine regelmässige sechseckige Basis (Taf. V. Fig. 20).

Die Entodermzellen des Magens, der Radiärkanäle mit ihren Aussackungen, den Geschlechtsorganen, der hohlen Tentakelbulbi, meist auch der gesamten hohlen Tentakel, und die der unteren Hälfte des Ringkanals sind mit sehr schnell schwingenden Cilien versehen. Den flachen und zarten Pflasterzellen, welche bei den Obelien die obere Hälfte des Ringkanals von der Umbrella abgrenzen, fehlt jede Flimmerung. Aber auch bei den übrigen Medusen gelang es mir nie, hier mit Sicherheit Cilien zu constatiren.

Die Cilien selbst sind lange, feine Geisseln, welche in wellenförmiger Bewegung schlagen. In den Radiärkanälen verlief die Richtung ihrer Bewegungen stets vom Magen zum Cirkelkanal, in den Tentakelbulbis wurden die Chyluskörperchen von allen Seiten zugleich, vom Radiärkanal und von den beiden abgehenden Strecken des Ringkanals her getroffen und in rotirender Bewegung erhalten, die Richtung der Flimmerung in dem Ringkanal blieb mir undeutlicher.

Jede einzelne Gastrovascularzelle trägt nur eine einzige solcher langen Cilien. Demnach sind dieselben als „Geisselzellen“

zu bezeichnen, wie solche ja häufig bei Zoophyten vorkommen (Taf. I, Taf. II, Fig. 29 etc.). Die Geisseln selbst sind länger als die Kanäle breit, so dass sie nach dem völligen, beim Absterben der Medusen schliesslich eintretenden Stillstehen schräg durch das Lumen verlaufen und sich mit ihrem Endtheil an die gegenüberliegende Kanalwand anlegen. Beim Zerzupfen oder Zerschneiden des Gewebes, sowie durch Einwirkung von Reagentien oder Conservirflüssigkeiten contrahiren sie sich aber sofort bedeutend. Dies erklärt, warum die Geisselzellen bei der Untersuchung zerzupfter Medusengewebe unter den übrigen Zellen wenig oder gar nicht auffallen. So zeigten sie sich an den Zellen des zerzupften Magenepithels von *Sarsia eximia* sehr verkürzt und demgemäss besonders an ihrer Basis verdickt. Sehr deutlich trat in diesem Zustand der grosse, runde, mit einem nucleolus versehene nucleus hervor (Taf. V, Fig. 16). Ganz ähnliche Geisselzellen sah ich in den mit einer deutlichen, bei starker Contraction des Polypen sogar ziemlich weiten Mundöffnung versehenen Nährpersonen der *Hydractinia echinata* Flem.

Da selbst die kleinen und zarten Leptomedusen unverhältnissmässig viele und massige Nahrung zu sich nehmen und die verschlungenen Thiere innerhalb des Magens schnell bis auf sehr resistente Theile, wie die Hautpanzer von Crustaceen etc., aufgelöst werden, so müssen die das Magenlumen umgebenden Zellen nothwendig eine secretorische Function ausüben. In specifisch drüsiger Weise modificirte Zellen, wie sie Haeckel bei Geryoniden beobachtete, kamen mir jedoch bei den kleinen Leptomedusen nicht zu Gesicht. Es scheint, dass fast nur brauchbare Stoffe in die Gastrovascularkanäle übergeführt werden, und der ganze, zur Ernährung nicht verwendbare Rest durch den Mund wieder ausgestossen wird, da man nie grössere Partikel in den Magen zurückgestrudelt sieht. Nur einmal sah ich in einem Radiärkanal von *Campanulina acuminata* einen länglichen, undurchsichtigen Körper unbeweglich liegen, an welchem sich der Chylus stark staute. Auch hier konnte man wieder beobachten, dass der constante Strom des Chylus vom Magen zum Ringkanal hin stattfindet, indem die Ansammlung der Chyluskörperchen nur an der dem Magen zu liegenden Seite erfolgte (Taf. I, Fig. 11).

An gewissen Stellen des Gastrovascularsystems verweilt der von den Geisseln fortbewegte Chylusbrei besonders lange und in besonders grossen Massen. Dies ist der Fall im Magen selbst, wo die verschlungene Nahrung bis zu ihrer gänzlichen Auflösung

verharrt, in den Aussackungen der Geschlechtsorgane und ganz besonders in den Tentakelbulbis. An diesen beiden letzteren Stellen wirbeln die Chyluskörper, durch die Cilien von verschiedenen Seiten getroffen, oft lange Zeit umher, ohne vorwärts kommen zu können, und stauen sich zu compacten Massen an, welche nicht selten das Lumen ganz und gar ausfüllen. Diese dichten Chylushaufen gewähren oft, besonders in Folge der Aehnlichkeit vieler Chyluskörper mit den Entodermzellen der Meduse selbst (cf. Taf. II, Fig. 17), einen ganz eigenthümlichen Anblick, und scheinen in der That mehrfach als integrirende Bestandtheile des Medusenkörpers beschrieben worden zu sein. So kann ich mir die von Mc. Crady<sup>1)</sup> als Ganglien in den Tentakelbulbis von *Eucheilota ventricularis* beschriebenen, dunklen Körnerhaufen nur als solche angestaute Chylusmassen erklären.

An den genannten Ansammlungsstellen des Chylus pflegen sich die Entodermzellen ganz und gar mit demselben zu tränken und seine Farbe anzunehmen (Taf. I, Fig. 21, II, Fig. 8. IV, 6. VI, Fig. 10), ja, diese Färbung erstreckt sich von dort aus oft in geringerem Masse noch in das zunächst liegende Epithel der schmaleren Kanäle selbst.

Ich bin der Ansicht, dass die Tentakelbulbi als Hauptaufsaugungs- und Aufspeicherungsstellen des im Magen bereiteten Chylusbreis eine hohe physiologische Bedeutung für die gesammte Ernährung der Meduse haben. Die hier häufig zu beobachtende Vervielfältigung der Entodermzellen scheint mir nicht nur, wie das gleichfalls an diesen Punkten oft mehrschichtig werdende Ectoderm, den Zweck einer festen Stütze für den Tentakel zu haben, vielmehr eine Vermehrung der die Nährflüssigkeit aufnehmenden und weiter verarbeitenden Zellwerkstätten zu bedeuten. Dagegen bleiben die Ectodermzellen auch bei intensiver Tinction der Bulbi stets farblos und haben mit einer directen Aufnahme des Chylus nichts zu thun. Die Wichtigkeit der Bulbushohlräume wird dadurch bestätigt, dass sie sich selbst bei solchen Tentakeln, die von der Basis an solide sind, doch an der Innenseite der letzteren vorfinden (Taf. I, Fig. 21. Taf. II, Fig. 18).

Die Tränkung der Entodermzellen beginnt mit einer dunkleren Färbung des nucleus, der ja überhaupt der imbibitionsfähigste Theil der Zelle ist (Taf. III, Fig. 9). Zuletzt aber färbt sich

---

<sup>1)</sup> Proceedings of the Elliot soc. of Charleston S. C. 1859. Pl. XII, F. 1, 2.

die ganze Zelle diffus. Auch dann noch hebt sich aber zuweilen der nucleus durch tiefste Färbung hervor (Hybocodon).

Je nach der verschiedenen Nahrung kann die Färbung der angegebenen Stellen sehr verschieden sein, wie ich dies ganz besonders auffallend bei *Syncoryne* (*Sarsia*) *eximia* vorfand.

Bei dieser Meduse war die Herkunft der, statt wie gewöhnlich braungrünen, häufig prachtvoll purpurrothen (Taf. VI, Fig. 1 u. 2) Färbung der Bulbi und des Magenaufsatzes ganz unzweifelhaft zu constatiren. Der Magen der durch rothe Färbung ausgezeichneten Individuen war nämlich sehr häufig von grossen, theils farblosen, theils aber auch orangerrothen Fetttropfen erfüllt (Taf. V, Fig. 7, 26). Diese rührten von zersetzten Copepoden her, welche zu der Zeit, in der ich die *Sarsia* fand (April), die Strömungen um die Insel in ungeheuren Mengen erfüllten, von den Medusen massenweis verschlungen wurden, und von denen manche Species rothgefärbte Körpertheile hatten, ja selbst ganz roth waren. Nun ist es von dem an den Nieren liegenden Fettkörper des Frosches bekannt, dass dessen Zellen im Herbst mit gelbem Fett ganz gefüllt sind, während im Frühjahr, wo das Fett selbst zum grössten Theil während des Winters verbraucht ist und nur noch wenige Tröpfchen im Innern der Zellen zurückbleiben, diese intensiv orange bis roth gefärbt sind, indem das zurückgebliebene Pigment auf einen kleinen Raum concentrirt ist.

In ganz derselben Weise wird hier aus den orangefarbenen Fetttropfen, mit denen sich die Gastrovascularzellen tränken, das Fett selbst in die übrigen Gewebe übergeführt, während das Pigment zurückbleibt, und so nach und nach eine immer intensivere Färbung auftritt, welche sich zuletzt bis purpurbraun steigern kann.

Die Färbung an den genannten Stellen des Gastrovascularsystems rührt also nicht etwa direct von einem in den Entodermzellen erzeugten Sekret her. Dieses, welches entschieden im Magen abgeschieden wird, scheint vielmehr vollkommen farblos zu sein, durch seinen Zutritt jedoch dem Nahrungsbrei die charakteristische braungrüne Färbung mitzutheilen, welche viele Chyluskörperchen stets zeigen, wenn auch daneben noch rothe Fetttropfen oder andere accessorische, variirende Bestandtheile vorhanden sind. Dann erst erfolgt auch die Färbung der Zellen durch Tränkung mit dem gefärbten Chylus. Wäre das Erstere der Fall, so müssten wenigstens bei ein und derselben Art die Entodermzellen stets gleich gefärbt sein, während in

Wahrheit die Färbung einmal je nach den Farben in der Nährflüssigkeit wechselt, dann aber auch, wie z. B. bei den Obelien, gerade am Magen bei manchen Arten vollkommen fehlt, trotzdem der Chylus dunkel braungrün erscheint. Auch spricht unbedingt für die letztere Annahme die allmähliche Färbung der vorher ganz farblosen Entodermzellen in den Genitaliaussackungen der Radiärkanäle, sobald sich der farbige Chylus hier sammeln kann. Ebenso auch die ganz gleiche Tinction der ursprünglich wasserklaren Entodermzellen am Magen und den Tentakelbulbis der Medusenknospen, sobald der Chylus aus dem Magen der proliferirenden Meduse in das Gastrovascularsystem der Knospe übertreten kann.

Aeltere Autoren, so namentlich Forbes, scheinen auf die Variationen der an und für sich sehr interessanten und beachtenswerthen Färbung zu viel Gewicht gelegt und sogar Speciesunterschiede auf sie begründet zu haben. Wie aber überhaupt bei niederen Thieren, so sind auch bei den Medusen die verschiedenen Farben nur in den seltensten Fällen systematisch verwerthbar.

Die oft sehr auffallende und intensive Tinction der Entodermzellen an den Tentakelbasen kann ausserdem auch leicht Verwechselungen mit Ocellarbildungen veranlassen. Die Ocelli liegen aber stets im Ectoderm, haben mit den besprochenen Färbungen der Tentakelbasen absolut nichts zu thun und können natürlich, wie es z. B. bei *Sarsia eximia* in der That der Fall ist, neben diesen bestehen.

Wie sehr viele der von Forbes erwähnten Ocelli auf die Färbung von Gastrovascularzellen zurückzuführen sind, so halte ich auch die sog. „jet black, triangular ocelli“<sup>1)</sup> der *Lizzia octopunctata* Sars. nach der Forbes'schen Zeichnung Pl. XII, F. 3e für nichts Anderes, als solche Anhäufungen von Chylus und gefärbten Entodermzellen, und deshalb diese Meduse für identisch mit der von mir beobachteten *Lizzia*.

Dasselbe scheint mir mit den „pigment cells“ des „sensitive bulb“ an der *Lizzia grata* A. Agassiz<sup>2)</sup> und dem „small eye speck“ an den Tentakelbasen von *Tiaropsis diademata* L. Agassiz<sup>3)</sup> der Fall zu sein. Ja selbst der von Hincks<sup>4)</sup> als typisch ab-

<sup>1)</sup> British Medusae, p. 64.

<sup>2)</sup> N. Amer. Acalephae, p. 161. F. 253.

<sup>3)</sup> Contributions Acalephae, 1849, p. 291 (wohl zu unterscheiden von den echten Ocellen an den Basen der Randbläschen).

<sup>4)</sup> British Hydroid-Zoophytes, p. XXV. F. XII.



gebildete „coloured spot or ocellus“ an der Tentakelbasis einer mit Randbläschen versehenen Meduse ist so zu deuten und nichts weniger als eine echte Ocellarbildung.

Bei den Medusen mit dicker Magenwandung liegt über dem das Lumen umschliessenden Geisselepithel noch eine mehrfache Schicht grosser Zellen, die gleich den innersten ihrer Entstehung nach dem Entoderm angehören. Die Entwicklung dieser Schicht kann mehr oder minder mächtig sein. Besonders an den hervorspringenden Kanten des Magens zeigen sich ihre Zellen oft sehr vermehrt. Aehnliche Zellen bilden auch die den Mund umgebenden Lippen und Arme (Taf. II, Fig. 31, V, Fig. 2). Keferstein und Ehlers wollen, entgegen der Darstellung Gegenbaur's, die Mundarme von *Lizzia Köllikeri* nicht solid, sondern hohl gefunden haben (?). Die der beiden von mir beobachteten Lizzien waren jedenfalls vollkommen solid. Von einer Fortsetzung der Magenöhle in dieselben war keine Spur zu sehen. Eine solche würde auch, wegen der unfehlbar erfolgenden Färbung der den Hohlraum umgebenden Zellen durch den Chylus, leicht zu constatiren sein.

Dagegen zeigten sich die Mundarme der Lizzien stets glasartig durchsichtig.

Die einzelnen Zellen an der Magenwandung sind grösstentheils prosenchymatisch, in horizontaler Richtung gestreckt. Deshalb sind sie auch von Gegenbaur als „querstehend“ bezeichnet worden. Ihre Gestalt ist unregelmässig spindelförmig, mit ihren zugespitzten Enden greifen sie maschenartig ineinander. Die Membranen sind sehr stark, deutlich doppelt contourirt, so dass das Ganze mit pflanzlichen Geweben die grösste Aehnlichkeit hat. Das Protoplasma der Zellen ist auf ein Minimum reducirt, in ihm liegt wandständig hier und da ein grosser, runder nucleus mit nucleolus (Taf. I, Fig. 28, II, Fig. 30, V, Fig. 1, 3). Bei *Lizzia octopunctata* fällt besonders die äusserste periphere Schicht auf. Diese wird aus einer Lage besonders grosser, langgestreckter Zellen von Palissadenform gebildet. Nach aussen grenzen sie mit den abgeplatteten Basen aneinander, während ihre inneren Enden zugespitzt in das darunterliegende Zellgewebe hineinragen (Taf. V, Fig. 1). Da sämmtliche Zellen, wo sie nicht vom Chylus durchtränkt sind, vollkommen wasserhell, die starken Membranen klar und scharf begrenzt erscheinen, so gewährt das ausgebildete Magengewebe einer *Lizzia* oder *Obelia*, namentlich bei auffallendem Licht, einen prachtvollen Anblick.

Ueber den Ectodermzellen des Magens liegen die Muskeln, welche seine oft sehr ausgiebigen Bewegungen und den häufig ganz erstaunlichen, schnellen Wechsel seiner Gestalt und Grösse vermitteln. Die Doppellage von Längs- und Ringfasern, welche Fr. E. Schulze bei *Sarsia tubulosa* beschreibt, fand ich auch bei der von mir beobachteten *Sarsia* mit grosser Klarheit wieder, während mir an den übrigen, kleinen, nur in Spiritusexemplaren hierauf untersuchten Medusen die innere circuläre Lage weniger deutlich blieb. Durch fortgesetzten, vorsichtigen Druck, unter dessen Einwirkung die äussere und innere Epithelschicht sich ab- und auflösen, kann man das Muskelsystem am Magen der *Sarsia* in beträchtlichem Umfang isoliren. Die äusseren Längs- und die inneren Circularfasern liegen bei ungestörtem Gewebe ähnlich den Fasern der subumbrella dicht nebeneinander (Taf. V, Fig. 10). Ganz im Gegensatz zu den letzteren trennen sie sich aber bei Zerpflückung oder Anwendung von stärkerem Druck sehr leicht von einander. So erscheinen sie als ein gitterförmiges Gerüst (Taf. V, Fig. 11, 12). Die einzelnen Muskeln sind sehr lange, dünne, an beiden Enden spitz zulaufende Fasern, an denen keine Spur von Querstreifung zu beobachten ist (Taf. V, Fig. 13).

Eine hyaline, von Fr. E. Schulze zwischen den zwei Muskel-lagen angenommene Lamelle vermochte ich nicht zu unterscheiden. Ob eine solche wirklich vorhanden ist, erscheint mir auch nicht nur wegen der leichten Trennung der einzelnen Muskelfasern von einander zweifelhaft, da diese auf das Fehlen jedes Bindemittels schliessen lässt, sondern hauptsächlich, weil ich mir nicht erklären kann, wie der Entodermzapfen der am Magen sprossenden Knospen (z. B. bei *Sarsia gemmifera* Forb.) und die im Entoderm sich bildenden Eier durch dieselbe nach aussen hindurchtreten sollten.

In der gastrulaähnlichen Knospe liegt zwischen Ectoderm und Entoderm keine Spur irgend einer muskulösen oder hyalinen Schicht, vielmehr scheiden sich beide Keimblätter nur mit ganz zarter, oft kaum wahrnehmbarer Contour von einander ab. Auch ist von keinem der übrigen, die Knospung an Medusen beschreibenden Autoren eine solche Zwischenlage gesehen oder abgebildet worden. Es bleibt also nichts Anderes übrig, als dass die Muskelfasern des Magens an den Knospungsstellen vom Entoderm auseinandergedrängt sind, was auch bei der leichten Trennbarkeit derselben unschwer begreiflich ist. Mit einer continuirlichen Lamelle wäre dies aber nicht möglich.

Leider habe ich keine Gelegenheit gehabt, Eier am Magen einer Meduse zu beobachten.

Fr. E. Schulze — wie auch Grobben<sup>1)</sup> — lässt dieselben freilich über den Muskeln und der Lamelle aus „unregelmässig rundlichen Zellen der Magenstielrinde“, also aus dem Ectoderm entstehen. Nach andern Angaben aber, welche über die Herkunft der Geschlechtsproducte bei den Hydromedusen gemacht sind<sup>2)</sup>, sowie nach meinen eigenen Beobachtungen über die Eientstehung in den Radiärkanälen, kann ich aber nur annehmen, dass sie auch am Magen aus dem Entoderm sich entwickeln und erst später, vielleicht schon in sehr frühem Stadium, wie in den Ovarien der Radiärkanäle<sup>3)</sup> durch die Muskelfasern hindurch unter das Ectodermepithel treten. Durch eine im Ectoderm gelegene Lamelle wäre ihnen aber dieser Weg völlig abgesperrt. —

Der ganze Magen wird äusserlich von einem Epithel überzogen, welches eine directe Fortsetzung des subumbrellaren Epithels ist. An der Ansatzstelle des Magens schlägt sich dieses nämlich einfach um und bekleidet seine Oberfläche. Dem ectodermalen Epithel gehören auch die inneren Epithelzellen der Lippen und Mundarme, wenigstens bei den durch Knospung entstandenen Medusen an, da sich ihre Mundöffnung durch Invagination bildet (s. u.).

Gewöhnlich sind die Zellen dieses Epithels ebenso hoch als breit, zuweilen noch höher, weshalb es auch bei Geryoniden von Häckel zu den Cylinderepithelien gerechnet wird.<sup>4)</sup> Jede Zelle ist mit einem ziemlich grossen nucleus versehen (Taf. I, Fig. 28, V, Fig. 1). Bei Sarsia fand ich die Epithelzellen besonders klein, jedoch gleichfalls sämtlich kernhaltig (Taf. V, Fig. 21). Am leichtesten werden die einzelnen Zellen in situ in der Mundgegend sichtbar, da hier gewöhnlich das darunter liegende Entoderm weniger massig entwickelt ist.

Nesselzellen finden sich über das ganze Magenepithel zerstreut, ganz besonders mächtig ist aber ihre Entwicklung an den Lippen und Mundarmen, wo sie oft dicke Büschel und Knöpfe bilden (z. B. Taf. V. Fig. 2). Die feinere Structur derselben ist

---

<sup>1)</sup> Sitzungsberichte d. kais. Acad. d. Wissensch. math.-naturw. Klasse LXXII. Bd. 1875. 1. Abth.

<sup>2)</sup> Z. B. von Haeckel, v. Koch, van Beneden.

<sup>3)</sup> Cf. Haeckel, Geryoniden, p. 40.

<sup>4)</sup> Geryoniden, Taf. VI, Fig. 73 ke.

von Allman und Fr. E. Schulze bereits sehr ausführlich behandelt worden. Alle liegen in besonderen Zellen, welche bei den grossen, zuweilen ganz isolirbaren Nesselkapseln von *Sarsia eximia* eine flaschenförmige Gestalt haben. Neben der Kapsel selbst liegt ein länglicher Kern, um den sich durch die Einwirkung des Alcohols der körnige Protoplasmainhalt der Zelle concentrirt. Der kurze Halstheil ragt über die Nesselkapsel hervor und trägt seitlich das von Schulze benannte Cnidocil (Taf. V, Fig. 22.) Die Substanz der Zelle ist nicht durchweg weich und zart, vielmehr lässt sich deutlich eine feine, festere cuticula oder Membran erkennen, durch welche das Cnidocil hindurchtritt. Gleich den Geisseln der Entodermzellen wird dieses durch die Einwirkung des Alcohols verkürzt und verdickt.

Das manubrium des Nesselfadens fand ich theils einfach flaschenförmig verdickt (Taf. V, Fig. 2), theils auch mit rückwärts gerichteten Widerhaken versehen (Taf. V, Fig. 22).

Ganz auffallend ist die Homologie in der Struktur der Magenwandung vieler Medusen mit der Körperwand mancher Polypen, ein Umstand, der ja auch vom phylogenetischen und ontogenetischen Gesichtspunkte aus sehr naturgemäss erscheinen muss. Vergleicht man z. B. den Durchschnitt durch die Magenwand einer *Lizzia* (Taf. V, Fig. 1) mit der Zeichnung, die Clark vom Durchschnitt durch die Körperwand eines *Coryne*-Polypen gegeben hat<sup>1)</sup>, so findet man hier wie dort die Höhle von kleinen Entodermzellen ausgekleidet, die wahrscheinlich auch bei dem Polypen mit Flimmergeisseln versehen, und deren Kerne durch den Chylus dunkel gefärbt sind. Hierauf folgt die Schicht grosser, maschenartiger („vacuolated“ Wright) Entodermzellen. Diese haben auch bei den meisten Polypen, wie bereits Köl liker<sup>2)</sup> und Wright<sup>3)</sup> treffend bemerken, und wie ich besonders an *Hydractinia echinata* Flem, *Bongainvillia ramosa* v. Ben. und *Vortici lava humilis* Alder<sup>4)</sup> ausgeprägt fand, eine grosse Aehnlichkeit mit Pflanzen-

<sup>1)</sup> L. Agassiz, Contributions, 1862, III. Pl. XI c, F. 14. Pl. XXIII a, F. 12.

<sup>2)</sup> Bericht über einige an der Westküste von Schottland angestellte, vergleichend-anatomische Untersuchungen. Würzburger naturw. Zeitschr. V. 1864, p. 236.

<sup>3)</sup> Proceedings etc., p. 265.

<sup>4)</sup> Ich beziehe auf diese Art eine zuweilen an anderen Polypen solitär aufsitzende Pennariide, mit 5 an der Spitze mit einem Knopf von Nesselkapseln und mit einer Doppellage von Exodermzellen versehenen oralen, und

zellen. Dass die hierauf an der Magenwand der *Lizzia* folgende muskulöse Schicht dem Coryne-Polypen zu fehlen scheint, ist ohne Bedeutung, da selbst nahe verwandte Polypen (*Syncoryne Sarsii*) eine solche besitzen, und sie vielleicht selbst hier bisher nur übersehen worden ist. Das Ganze wird hier, wie dort, von einem kernhaltigen Ectodermalepithel überzogen.

Die Tentakel, welche den Cirkelkanal der Leptomedusen besetzt halten, sind, wie bemerkt, von directen Fortsetzungen seiner Wandungen gebildet. Die Gastrovascularzellen, wie die dem Ectoderm angehörigen Zellen des Marginalstrangs, betheiligen sich als Central oder resp. Epithelzellen an ihrer Bildung.

Sie müssen jedoch in zwei grosse Hauptkategorien eingetheilt werden, in solche mit und ohne Lumen.

Die Basis des Tentakels wird gewöhnlich durch einen Bulbus ausgezeichnet, doch kann derselbe auch regelmässig oder ausnahmsweise fehlen.

Die einzelnen Zellen des ectodermalen Epithels, jede mit ihrem nucleus versehen, sind von bedeutender Höhe und reihen sich deshalb den Cylinderepithelien an (Taf. I, Fig. 21, II, Fig. 18). Sie sind jedoch keineswegs immer prismatisch, vielmehr, wie sich besonders bei *Sarsia* beobachten liess, oft von kegelförmiger oder umgekehrt kegelförmiger Gestalt, oder sonstwie unregelmässig, so dass sie zuweilen die Oberfläche kaum oder überhaupt nicht erreichen, sondern von den benachbarten Zellen überwölbt werden. Zwischen den grösseren Zellen liegen auf diese Weise hier und da kleinere im Grunde des Epithels verborgen (Taf. V, Fig. 24).

Bulbi und Tentakelepithel sind stets mehr oder weniger reichlich mit Nesselzellen besetzt, besonders an den Tentakeln bilden sie oft dichte Büschel. Bei *Sarsia* ist die Oberfläche der Tentakel stellenweise vollkommen von Nesselkapseln bedeckt. Sie gehören, wie es schon Fr. E. Schulze bei *Sarsia tubulosa* beschrieben hat, zwei Arten an, von denen die grösseren kranzförmig von den kleineren umgeben werden (Taf. V, Fig. 23).

Sie scheinen in der Tiefe des Epithels innerhalb der kleineren,

---

meist 15 aboralen Tentakeln, ganz dünnem Polypar und zerstreuten, dunkelrothen Flecken an Kopf und Hydrocaulus. Alder (Catal. of Zooph. of Northumberland and Durh. Transact. Tyneside natur. Club III, Pl. III, F. 1—4) gibt zwar als Zahl der aboralen Tentakel 10 an, doch halte ich dies bei der grossen Inconstanz derartiger Zahlenverhältnisse für kein wesentliches Unterscheidungsmerkmal.

von den grösseren umschlossenen Zellen zu entstehen. Die zum Gebrauch bereiten liegen senkrecht zur Oberfläche des Tentakels, die Basis des eingestülpten Fadenhandgriffes nach aussen gekehrt, die tasterähnlichen Cnidocils starr ausgestreckt. Manche sieht man aber auch parallel zur Tentakeloberfläche gelagert, zuweilen auch noch von anderen, umliegenden Zellen überragt und z. Th. verdeckt. Diese werden sich allem Anschein nach, wenn die andern functionirt haben, aufrichten und an ihre Stelle setzen. Der ganze Apparat erinnert unwillkürlich an die nachrückenden und sich aufrichtenden Zahnreihen der Squaliden.

Die Entstehung der hohlen Tentakel ist so einfach, wie möglich, und mit den ersten Stadien einer Medusenknospe übereinstimmend.

Zunächst bildet sich an der betreffenden Stelle eine kleine Verdickung des Marginalstrangs, in welche sodann eine Ausbuchtung des Entoderms sich einsenkt. Indem diese vom Ectoderm epithelartig überzogene Aussackung grösser und grösser wird, wächst der junge Tentakel.

Der Bulbus an der Basis des neuen Tentakels entsteht dadurch, dass sich das Entoderm im ganzen Umfang der Abgangsstelle des Tentakels durch Zellvermehrung verdickt. In Theilung begriffene Entodermzellen fand ich in dem dicken Bulbus von *Sarsia eximia* (Taf. V, Fig. 17). Ist das Ectoderm bei der Bulbusbildung wesentlich betheiligt, so verdickt sich auch dieses und umwächst dabei unter starker Vermehrung seiner Zellen den ganzen Ringkanal.

Claus<sup>1)</sup> hat den ganzen Vorgang etwas zu complicirt dargestellt. Drei verschiedene Verdickungen des Entoderms, eine oberhalb und zwei seitlich von dem sich aussackenden Tentakellumen, werden nicht gebildet, vielmehr geht die Verdickung continuirlich im ganzen Umfange des Ringkanalquerschnitts an der Tentakelabgangsstelle vor sich. Dies stellt sich aber im optischen Durchschnitt ganz so dar, als wären drei getrennte Zellenwucherungen vorhanden, wie seine Fig. 9 ganz entsprechend wiedergibt.

Die soliden Tentakel werden zum grössten Theil aus einer einfachen Reihe grosser, eine directe Fortsetzung des Entoderms bildender Zellen zusammengesetzt und sind gleichfalls vom ectodermalen Epithel überzogen.

---

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. wissensch. Zool. XIV. 1864, p. 389. Taf. XXXVIII.

Die Centralzellen verleihen dem Tentakel eine grössere Festigkeit, welche sich bis zu einer ziemlichen Starrheit steigern kann (Obelia), und sind in ihrem Bau vollkommen übereinstimmend mit den von Haeckel an den Tentakeln von Geryoniden und Aeginiden eingehend beschriebenen, grossen Knorpelzellen. Die Anlage des soliden Tentakels ist im Grossen und Ganzen dieselbe, wie die des hohlen.

Ein Unterschied waltet nur insofern ob, als der in die Verdickung des Exoderms sich hinein streckende Entodermfortsatz nicht hohl, sondern solide ist.

Doch bleibt wenigstens die Basis innerhalb des Bulbus bei manchen Medusen auch hier hohl, so dass der Bulbus selbst genau so wie bei den hohlen Tentakeln gebildet ist. Bei den Obelien und Lizzien fand ich die Hauptmasse des Bulbus hinter (oder unter) der Tentakelbasis an der Velarseite liegend, so dass der Tentakel nur oberflächlich in den Bulbus eingesenkt erschien. Aber auch hier hatte sich eine hohle Ausbuchtung des Entoderms in die Ectodermalverdickung gebildet, so dass hinter der soliden Tentakelbasis das Lumen des Cirkelkanals bedeutend erweitert war (Taf. I, Fig. 21, II, Fig. 18).

Die ungewöhnlich gross werdenden Centralzellen der soliden Tentakel liegen zum grössten Theile in einer einzigen Reihe, wie die Platten einer Volta'schen Säule, übereinander. Nur an der Basis sind sie meist, der Lage der Zellen in der Anlage entsprechend, in mehrere Reihen unregelmässig nebeneinander geordnet. Zuweilen findet man auch näher der Spitze zu zwei Zellen nebeneinander liegen, die augenscheinlich aber erst später durch Längstheilung aus einer grossen Centralzelle entstanden sind.

Mit der Vergrösserung der Entodermzellen verdicken sich auch ihre Membranen sehr stark.

Das Protoplasma, welches zuerst die ganze Zelle einnimmt, kann natürlich, ganz wie in den Zellen pflanzlicher Gewebe, das mächtig vergrösserte Lumen nicht mehr ausfüllen. Es kleidet in den ausgewachsenen Zellen als schmaler Belegsaum die Membran ringsum aus und sendet ausserdem Stränge quer durch den Hohlraum. Diese sind oft einfach und ziehen sich parallel mit der Längsaxe des Tentakels oder schräg von oben nach unten durch das Zelllumen, oder aber sie bilden verästelte Netzwerke (Taf. I, Fig. 21, II, Fig. 18).

Auch der nucleus hat sich vergrössert, sein nucleolus wird



sichtbar und erreicht selbst etwa die ursprüngliche Grösse des Kerns. Nucleus und Nucleolus erscheinen vollkommen rund. Der Kern liegt entweder wandständig an der Basis des das Zelllumen durchsetzenden Protoplasmastrangs oder ist in seiner Mitte suspendirt. Verästelt sich das Protoplasma, so gehen die einzelnen Fäden strahlenartig von dem centralen Nucleus aus (Taf. I, Fig. 21, II, Fig. 18). Die starken Tentakelcentralzellen von Obelien und Lizzien erinnern sofort an die bekannten Zellbilder bei *Fritillaria*, *Cucurbita* und anderen Pflanzen.

Bei uncontrahirtem Tentakel ist der Längendurchmesser der cylindrischen Zellen ihrem Querdurchmesser etwa gleich. Letzterer kann sich aber bei starker Contraktion auf eine sehr geringe Distanz reduciren, so dass dann der Nucleus an die obere und untere Membran anstösst. Die Zusammenziehung, deren selbst sehr lange Tentakel fähig sind, ist fast unglaublich. Die grosse Elasticität der Knorpelzellen wurde schon von Kölliker<sup>1)</sup> betont.

Die aktive Contraktion der Tentakel wird durch eine besonders im Verhältniss zu den grossen, massigen Entodermzellen nur dünne und zarte Längsmuskellage ausgeführt, welche zwischen den Entodermzellen und dem ectodermalen Epithel gelegen ist. Die einzelnen Muskelfasern sind gleich denen des Magens glatt und strahlen mit ihren spitzen Enden im Bulbus aus. Querfasern, welche Busch<sup>2)</sup> an den Tentakeln der Sarsien erwähnt, habe ich nicht gefunden. Bei den Obelien fehlt auch die Muskellage unter dem Epithel und erscheinen die Tentakel selbst in Folge dessen völlig starr. Befreit man im Zustand der Contraktion befindliche, solide Tentakel von ihrem Epithel, so kann man die Muskellage besonders deutlich da beobachten, wo sie, ein wenig verdickt, die durch die Abplattung der Knorpelzellen stark eingeschnürten Grenzen derselben überbrückt (Taf. V, Fig. 4). Die Zellen des ectodermalen Epithels sind an die Muskellage derartig angeschmiegt, dass dieselbe bei intaktem Gewebe fast unsichtbar ist und erst nach theilweiser Ablösung des Epithels klar erkennbar wird.

Das, was Keferstein und Ehlers<sup>3)</sup> „in jeder zelligen Abtheilung der Tentakel von *Aegineta coronata* und *Oceania poly-*

<sup>1)</sup> Würzburger naturw. Zeitschr. V. 1864, p. 236.

<sup>2)</sup> Beobachtung über Anatomie und Entwicklungsgeschichte niederer Seethiere. 1851, p. 7.

<sup>3)</sup> Zoologische Beiträge. 1861, p. 95, T. XIV, F. 9 a, b, c. Keferstein . Untersuchung über niedere Seethiere. 1862, p. 27. T. II, F. 13.

cirrha als „in der Längsrichtung stehende oder verzweigte Muskelzellen“ beschreiben, ist, wie aus den bezügl. Abbildungen hervorgeht, nichts, als das den Zellhohlraum durchsetzende Protoplasma.

Zwischen der Muskelschicht und den Entodermzellen der Tentakel soll nach Fr. E. Schulze und Grobben eine „hyaline Stützlamelle“ liegen. Was als solche von ihnen beschrieben ist, kann ich für nichts Anderes als die zusammenhängenden, starken Membranen der Entodermzellen halten. Solche zarte Lamellen könnte man nicht nur hier, sondern fast überall da beschreiben, wo die z. Th. mit sehr starken Membranen (cf. z. B. die grossen Entodermzellen des Magens) versehenen Gewebezellen der Medusen aneinander grenzen. Wer z. B. mit Anwendung starker Vergrösserung die intacten Gewebe am Schirmrand von Leptomedusen nach nervösen Elementen durchmusterte, dabei immer wieder einen glänzenden, deutlich doppelt contourirten Streifen in ihnen gefunden zu haben glaubte und immer wieder einsehen musste, dass er durch den optischen Durchschnitt einer zarten Platte getäuscht wurde, welche die nebeneinander liegenden starken Grenzmembranen einer Zellschicht bilden, der wird den oft lamellären Charakter von Gewebsmembranen bei Hydromedusen nicht in Abrede stellen.

Für solche, den Entodermzellen selbst angehörige Membranen halte ich so Manches, was als eigene „Stützlamelle“ beschrieben worden ist. Reichert<sup>1)</sup> sagt von den soliden Tentakeln der marinen Hydroidpolyen, die histologisch mit denen von Leptomedusen völlig übereinstimmen: „An den Fühlern der Sertularien und Campanularien fehlt die innere Zellschicht und zwar der ganzen Länge nach. Von der Stützlamelle gehen aber in regelmässigen Abständen Scheidewände aus, welche die Hohlräume des Fühlers in Kammern abtheilen.“ Fr. E. Schulze lässt dagegen die Querwände in den Tentakeln von *Syncoryne Sarsii* nur aus den Membranen der (von Reichert irrthümlich für fehlend erklärten) Entodermzellen bestehen, während er unter der Muskellage des Tentakels gleichfalls eine starke Stützlamelle beschreibt.

In Uebereinstimmung mit Allman und Kölliker habe ich mich davon überzeugt, dass die „Kammern“ der Hydromedusen-Tentakel

---

<sup>1)</sup> Ueber die contractile Substanz und den feineren Bau der Campanularien, Sertularien und Hydriden. Monatsber. d. kg. Acad. d. Wissensch. zu Berlin aus d. J. 1866. 1867.

überhaupt nur aus grossen Zellen gebildet werden, welche eine directe Fortsetzung des Entoderms am Hydrocaulus resp. am Ringkanal sind. Die Querwände sind, wie Reichert richtig darstellt, kaum oder nicht weniger dick, als die Längswände und beide stehen in continuirlichem Zusammenhang. Beide werden aber durch keine besondere Lamelle, sondern vielmehr durch die aussergewöhnlich verdickten Membranen der Entodermzellen selbst gebildet, welche deutlich doppelt contourirt erscheinen und sich scharf von dem inneren Protoplasmabelege abheben.<sup>1)</sup> Unter der Stützlamelle folgt nicht etwa noch eine besondere Zellmembran, sondern unmittelbar der protoplasmatische Wandbeleg. Die stark verdickten und in der Weise in einander übergehenden Membranen, dass sie, wo sie quer durch den Tentakel gehen, zwei benachbarten Zellen gemeinsam sind, kann man freilich als „spärliche Intercellularsubstanz“ auffassen.<sup>2)</sup> Deshalb hat auch Köl liker, obwohl er ausdrücklich sagt: „Die genannten Zellaxen sind eine Fortsetzung des inneren Epithels der Leibeshöhle, d. h. des Epithels, das die verdauende Cavität auskleidet, und entstehen als solide Wucherungen desselben“<sup>3)</sup>, das die Tentakel erfüllende Zellgewebe bei Hydroidpolypen als „zellige, einfache Bindesubstanz“ bezeichnet. Ebenso beschreibt Haeckel an den soliden Geryoniden-Tentakeln, wo die Zellmembranen zu einer knorpelartigen Masse verschmelzen und besonders an den Längswänden colossal verdickt sind, das Ganze als „Knorpelgewebe“<sup>4)</sup> und betont ausdrücklich seine Identität mit der Köl liker'schen „zelligen, einfachen Bindesubstanz.“<sup>5)</sup>

Ob man die das Protoplasma der Tentakelcentralzellen umschliessende Substanz als verdickte Zellmembranen oder Intercellularsubstanz bezeichnen will, ist schliesslich irrelevant. Theile einer besonderen, oder gar vom Entoderm als Product eines „Mesoderms“ zu trennenden Lamelle kann ich in ihr aber nicht sehen.

Meiner Ansicht nach wird sich wohl in manchen Fällen die

<sup>1)</sup> Dass Reichert die „Stützlamelle“ „ein erhärtetes Secret des Exoderms“ nennt, erklärt sich daraus, dass er die Existenz der Muskellage zwischen dem Exoderm und der Lamelle leugnet und das Exoderm selbst für eine homogene contractile Substanz erklärt

<sup>2)</sup> Cf. Gegenbaur, Grundriss der vergl. Anat. 1874, p. 22.

<sup>3)</sup> Würzburger naturw. Zeitschr. V. 1864.

<sup>4)</sup> Geryoniden, p. 176.

<sup>5)</sup> Ibid. Vorwort, p. VIII.

gesamnte „Stützlamelle“ der Hydroidpolypen auf solche lamellär entwickelte Membranen der Entodermzellenlage zurückführen lassen. Hierfür spricht, was Fr. E. Schulze von ihr bei *Syncoryne Sarsi* aussagt: „Sehr zart, ja oft verschwindend dünn ist sie im Coenosarc etwas dicker am Körper und besonders deutlich wahrnehmbar an den Armen der Hydranthen.<sup>1)</sup>“ Jedenfalls halte ich sie zufolge ihrer Lage zwischen Entodermzellen und Muskelschicht, sowie der Beschreibung unzweifelhafter Entodermzellmembranen als Theile der Stützlamelle, für ein Erzeugniss des Entoderms.

A. Agassiz<sup>2)</sup> hat für eine Anzahl craspedoter Medusen die Entwicklungsfolge ihrer Tentakel in bestimmte Formeln gebracht. Während ich diese für junge Stadien von *Tiaropsis* bestätigt fand, konnte ich in der Tentakelentwicklung der Obelien kein so genaues Innehalten der aufgestellten, regelmässigen Folge constatiren (s. u.).

## 6. Geschlechtsorgane.

Die Geschlechtsorgane liegen bei den Craspedoten im Verlauf des Gastrovascularsystems, und zwar entweder in der Magenwandung oder an den Radiärkanälen. Ihre Structur ist ausserordentlich einfach, ja so primitiv, dass sie, besonders beim männlichen Geschlecht, morphologisch kaum den Namen Organe beanspruchen können. Sie sind dem ursprünglichen Zustande, der sich bei Spongien erhalten hat, sehr nah geblieben, dass nämlich einfach einzelne Zellen der Körperwandung zu Sexualzellen werden. Eine höhere Ausbildung ist in der Hauptsache nur in der Concentration der Geschlechtsproducte erzeugenden Epithelstrecken auf bestimmte, umgrenzte Stellen zu erkennen.

Die Ovarien der Weibchen stellen einfache, nur in Form und Anordnung sehr variirende und dadurch oft den Anschein grösserer Complication verursachende Säcke dar, in denen die reifen Eier liegen. Am Magen wird die innere Sackwand von der Muskellage, die äussere vom ectodermalen Epithel gebildet.<sup>3)</sup> Ob sich an den Ovarialaussackungen der Radiärkanäle die subumbrella über den Eierhaufen hinwegzieht, oder ob ihr Verhalten dasselbe

<sup>1)</sup> Cf. auch Grobben, T. I, F. 11, 12.

<sup>2)</sup> On the mode of development of the marginal tentacles of the free Medusae of some hydroids (1862). Proceedings of the Boston society of natural history, vol. IX. 1865.

<sup>3)</sup> Fr. E. Schulze, *Sarsia tubulosa*.

ist, wie am Magen, oder ob schliesslich die Muskelfasern von den sich hervorwölbenden Entodermassackungen in ähnlicher Weise auseinandergedrängt werden, wie die Magenmuskeln von der sprossenden Knospe, vermag ich leider nicht anzugeben, da sich im April, als ich die Medusen genauer auf ihre Histologie untersuchte, keine geschlechtsreifen Weibchen mit entwickelter subumbrella fanden. Die vorhandenen Beschreibungen und Abbildungen von Leptomedusen-Ovarien geben keinen Aufschluss, da sie das Verhalten der subumbrella ganz unberücksichtigt lassen.<sup>1)</sup> Jedenfalls liesse sich der Sachverhalt bei gegebener Gelegenheit ohne Schwierigkeit constatiren.

Die Hoden der Männchen — wie ich wenigstens bei zwei Gattungen fand, erscheinen noch einfacher, da hier nicht einmal eine Sackbildung eintritt, sondern das ganze Organ nur durch einen Haufen von Sexualzellen dargestellt wird. Dieser Unterschied, welcher die weiblichen Organe anscheinend vollkommener macht, ist indess nur durch die verschiedene Entstehung der Sexualzellen selbst bedingt. Complicationen durch besondere Gewebebildungen fehlen bei beiden Geschlechtern durchaus, sowie jede Praeformation. Bei jungen Medusen vermisst man jede Spur von Geschlechtsorganen und wurden deshalb, ehe man die Bedeutung der Sexualtaschen erkannte, von älteren Autoren öfters Speciesunterschiede auf ihr Fehlen oder Vorhandensein hin begründet. Erst mit den an den betreffenden Stellen sich zu entwickeln beginnenden Geschlechtsstoffen werden auch die Sexualorgane gebildet, und verschwinden, wenigstens bei manchen Gattungen, nach Austritt derselben von Neuem (daher „temporäre Organe“ Gegenbaur.)

Die verschiedenen Formen, welche die Ovarien annehmen können, gewinnen durch hieran sich knüpfende und zum grössten Theil auf ihnen basirende theoretische Ansichten ein besonderes Interesse (s. u.)

Die männlichen und weiblichen Geschlechtsproducte haben, wie ich an den Sexualorganen von *Obelia geniculata* beobachten konnte, verschiedenen Ursprung. Und zwar entstehen die Samenzellen aus Zellen des Exoderms, die Eier aus Zellen des Entoderms. Man findet also hier dasselbe, was schon für Hydroid-

---

<sup>1)</sup> Z. B. Ovarien von *Clytia*. Gegenbaur. Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1857, von *Tiaropsis*. L. Agassiz, Contribut. 1862.

polypen constatirt wurde <sup>1)</sup>, und was im Thierreich vielleicht weiter verbreitet ist <sup>2)</sup>, eine Entstehung der Sexualproducte aus zwei verschiedenen Keimblättern.

Die in der ersten Entwicklung begriffenen Sexualorgane gewähren bei männlichen und weiblichen Obelien einen ähnlichen Anblick, doch lassen sich schon jetzt die Geschlechter unterscheiden. An der von dem sich anlegenden Hoden eingenommenen Stelle des Radiärkanals findet man, im Gegensatz zum jungen Ovarium, sehr bald eine beträchtliche Ausbuchtung des Kanallumens, in welcher sich schnell der Chylus ansammelt. Der Grund dieser Verschiedenheit ist unschwer zu errathen. Während sich nämlich eine verhältnissmässig nur kleine Zahl von Entodermzellen zu Eiern entwickelt, wird eine grosse Menge von Ectodermzellen zu Mutterzellen der Spermatozoen, weshalb es — um sich kurz teleologisch auszudrücken — zweckmässig ist, dass sich die Fläche der die männlichen Sexualproducte erzeugenden Zellschicht vergrössert.

Verfolgt man nun zunächst die Entwicklung des Ovariums der Obelien, so sieht man die Schicht blasser Epithelzellen, welche die Unterseite der umbrella bekleiden und dem Ectoderm angehören, stets unverändert in einer einzigen Lage das sich mehr und mehr ausdehnende Ovarium überziehen (Taf. II, Fig. 2—9).

Dagegen geht mit der inneren Lage der entodermalen Gastrovascularzellen eine auffallende Veränderung vor sich. Einzelne derselben vergrössern sich durch Anschwellen des nucleus und allmählicher Anhäufung von Dottersubstanz um denselben mehr und mehr, während sie ihre Geisseln verlieren (Taf. II, Fig. 2, 3). Bald treten sie aus der Reihe der Gastrovascularzellen heraus und liegen zunächst gewöhnlich zwischen ihr und dem äusseren Epithel, durch den gegenseitigen Druck in mannichfacher Weise abgeplattet, durch ihre immer zunehmende Grösse das äussere Epithel ausdehnend, den Umfang des Ovariums erweiternd und durch ihre Schwere das Kanallumen selbst zu einer immer grösseren Aussackung herabziehend (Taf. II, Fig. 5, 9).

Schliesslich durchbrechen sie oft, zu mächtigem Umfang angeschwollen, die Schicht der Gastrovascularzellen, deren Zusammen-

<sup>1)</sup> Van Beneden, De la distinction originelle du testicule et de l'ovaire. *Bullet. de l'acad. d. sc. d. Belg.* II. Ser. T. XXXVIII. 1874.

Von Koch, *Morphol. Jahrbücher*, II. 1876. T. II.

<sup>2)</sup> Cf. für andere Zoophyten Haeckel, *Gastraea-Theorie*. 1877, p. 204, 219.

hang durch ihren Austritt schon gelockert war. Nun tritt der in der Kanalaussackung angestaute Chylus überall zwischen sie hindurch und umgibt sie hier und da von allen Seiten (Taf. II, Fig. 4).

Die Flimmerbewegung in der Kanalaussackung hört nun nothwendiger Weise vollkommen auf, da einmal die Reihe der Geisselzellen durchbrochen ist und dieselben nur unregelmässig hier und da zwischen den Eiern liegen, sodann aber auch, weil die Eier und die Chyluskörperchen den ganzen Centralhohlraum des Ovarialsackes fast völlig ausfüllen.

Das subumbrellare Epithel schmiegt sich, auf das äusserste angespannt, den rundlichen Formen der Eier genau an, so dass es in mannichfacher Weise ausgebuchtet erscheint, das ganze Ovarium hängt als ein schwerer Sack am Radiärkanal herab (Taf. II, Fig. 9).

Zuweilen treten die reifenden Eier gleich statt zwischen Gastrovascular- und Subumbrellarepithel in das centrale Lumen hinein. Es kommt jedoch auch häufig vor, dass das Gastrovascularepithel noch fest genug zusammenhält, um dem Druck der Eier zu widerstehen, in welchem Fall diese sämmtlich bis zur Entleerung zwischen der Gefässwandung und dem Subumbrellarepithel zusammengepresst liegen (Taf. II, Fig. 5).

Zuletzt, wenn die Eier ihre volle Grösse und Reife erlangt haben, reisst das Epithel durch übergrosse Anspannung einfach durch, die Eier werden in Folge des im Ovar herrschenden Drucks mechanisch durch die so entstandene Oeffnung hindurchgepresst, wobei die Elasticität und Nachgiebigkeit ihrer Membran den Durchtritt durch das oft nur enge Loch sehr erleichtert. So gelangen sie zugleich mit einer Menge der sie umgebenden Chyluskörperchen in das Wasser (Taf. II, Fig. 7).

Die Dehiscenz des straff angespannten Subumbrellarepithels und den Austritt der Eier konnte ich nach längerem Warten unmittelbar unter dem Mikroskop an einer frei in der Höhlung des Objectglases ohne den Druck eines Deckgläschens schwimmenden Obelia mit reifen Ovarien beobachten. Wendet man den leisesten Druck an, so geht bei recht prall gefüllten Ovarien der Austritt der Eier sofort vor sich.

Die reifen Eier sind verhältnissmässig sehr gross und, wenn sie von dem gegenseitigen Druck befreit sind, vollkommen rund. Aussen werden sie von einer zarten, aber sehr elastischen und resistenten Membran umgeben, die sie befähigt, unbeschadet die



verschiedensten Formen anzunehmen. Diese Membran wird besonders dann sichtbar, wenn sich der Dotter durch Einwirkung von Reagentien zusammengezogen und so von ihr entfernt hat (Taf. II, Fig. 13).

Unter der Membran liegt eine beträchtliche Masse von fein granulirter, farbloser Dottersubstanz.<sup>1)</sup> Im Innern befindet sich der sehr grosse, runde nucleus als ein dem Anschein nach mit einer besonderen, zarten Membran umgebenes, mit heller und klarer Flüssigkeit erfülltes Bläschen. In ihm liegt ein grosser nucleolus. Schliesslich ist dieser mit einem nucleolus und ausserdem einer Anzahl kleiner Granulationen versehen, welche zuweilen ringförmig um diesen angeordnet sind (Taf. II, Fig. 13).

Ganz anders, wie in den Ovarien, spielt sich der Vorgang der Reife in den männlichen Sexualorganen ab.

Während hier, im Gegensatz zu den Ovarien, die Gastrovascularschicht stets unverändert bleibt, verdickt sich das dieselbe deckende Subumbrellarepithel durch Zelltheilung mehr und mehr (Taf. III, Fig. 10–12).

So entsteht ein sich fort und fort verstärkender Belag kleiner, runder, mit einem nucleus versehener Zellen, welche gleich den Epithelzellen, von denen sie herkommen, blass und zart contourirt sind und sich scharf von dem durch grünlichen Chylus gefärbten Gastrovascularepithel abheben. Durch gegenseitigen Druck platten auch sie sich, ähnlich wie die Eizellen, ab, so dass sie zuweilen hohen Cylinderzellen gleichen (Taf. II, Fig. 14).

Die durch fortgesetzte Theilung aus dem Subumbrellarepithel entstandenen, also dem Ectoderm angehörigen Zellen sind die Mutterzellen der Spermatozoen (Spermatoblasten). Jede einzelne von ihnen zerfällt nämlich in eine Anzahl kleiner Samenzellen mit rundlichem Kopf und ziemlich langem Schwanzanhang (Taf. II, Fig. 15, 16).

Da das Gastrovascularepithel im Gegensatz zu dem des Ovars vollkommen intact ist, und die im ganzen Umfang des Hodens sich gleichmässig entwickelnden kleinen Spermatoblasten nirgends einen Druck auf dasselbe ausüben, so zerreisst dasselbe niemals und kommen die männlichen Zellen nie in Berührung mit dem Chylus. Der Zerfall der Spermatoblasten geht centripetal vor sich, indem die der Peripherie des sackförmig herabhängenden

---

<sup>1)</sup> Dagegen sind die Eier anderer Hydromedusen farbig, so die von *Hydractinia echinata* rosenroth.

Hodens zunächst liegenden Zellen zuerst in die Spermatozoen zerfallen. Ein reifender Hoden zeigt unmittelbar am Entoderm noch die runden, kernhaltigen Zellen, während nach der Peripherie zu eine undeutlich granulirte Masse liegt, deren Zusammensetzung aus einzelnen Spermazellen erst beim Austritt der letzteren deutlich erkennbar wird (Taf. II, Fig. 11).

Da die Epithelzellen selbst durch häufige Theilung zu Samennutterzellen und dann schliesslich zu Samenzellen werden, so ist ein distinctes Hodenepithel gar nicht vorhanden, und scheint die ganze Masse mehr durch Aneinanderkleben zusammengehalten zu sein. Wenigstens sieht man nicht selten Haufen von Samenzellen und Spermatoblasten unregelmässig über die sonst gleichmässig abgerundete Oberfläche des Hodens hervorgetreten und sich doch erst nach Anwendung von Druck in die einzelnen Zellen auflösend, worauf die Spermatozoen mit lebhaft peitschenartigen Schwingungen im Wasser umherwirbeln.

Von Geschlechtsorganen, die in der Magenwand liegen, kamen mir nur männliche zu Gesicht. Bei *Lizzia* fand ich sie einfach als vier längliche, ziemlich stark bauchige Wülste, die zwischen den vier hervorspringenden Kanten des Magens sich bis zur Mundgegend herabzogen. Die Muskelfaserschicht ging unverändert einfach unter ihnen fort, während das Ectodermepithel unmittelbar in den Haufen der Spermatoblasten überging (Taf. V, Fig. 3).

## II. Knospung der Leptomedusen.

Die Knospung von Leptomedusen habe ich im August an einem Polypen der *Bougainvilla ramosa*, im April an einer Meduse, der *Lizzia octopunctata*, beobachten können. Beide Vorgänge waren bis auf geringe, unwesentliche Einzelheiten so übereinstimmend, dass die Darstellung des einen auch für den andern gültig ist. Ich wähle hierfür die von mir am genauesten beobachtete Sprossung an der *Lizzia*-Meduse.

Die Knospen sprossen aus der Wand des Magens an seiner Ansatzstelle an die tief in die Glockenwölbung herabhängende subumbrella hervor, bei sehr lebhaftem Proliferiren auch noch tiefer nach unten. Nicht selten sieht man sechs, sieben und

mehr Knospen in allen Stadien der Entwicklung zugleich den Magen rundum besetzen.

Einige Medusen zeigten sich zu gleicher Zeit geschlechtsreif, und zwar waren die beobachteten Männchen. Das Proliferiren geht also ganz unabhängig von der Geschlechtsreife theils vor, theils noch während derselben vor sich, wie dies bereits Busch <sup>1)</sup> bei *Sarsia prolifera* hervorhebt.

Da die Knospen bis zu ihrer Ablösung von der proliferirenden Meduse fast glasartig durchsichtig, ja für die Erkennung der einzelnen Theile oft fast zu transparent bleiben, so kann man ihre Structur auch ohne die Anfertigung von Durchschnitten studiren. Letztere würden auch bei der Kleinheit und Zartheit der Objecte und ihrer grossen Empfindlichkeit gegen Behandlung mit Reagentien nur schwerlich genügend ausfallen und unklarer als die optischen Durchschnitte bleiben.

Die erste Anlage der sprossenden Knospe besteht aus einer durch Zelltheilung sich bildenden Verdickung der Ectoderm-Epithelzellen des Magens (Taf. IV, Fig. 1, 2). In den so entstandenen, aus zarten, blassen Ectodermzellen zusammengesetzten Wulst stülpt sich ein gleichfalls vollkommen farbloser und durchsichtiger Fortsatz des Entoderms aus (Taf. IV, Fig. 3).

Von irgend einer Schicht zwischen Ectoderm und Entoderm, sei sie nun muskulös oder hyalin oder gar mehrfach, ist keine Spur zu sehen, vielmehr ist die Abgrenzung der zu den beiden Keimblättern gehörenden Zellen ganz zart, ja selbst nicht einmal sofort erkennbar. Somit stellt auch die junge Medusenknospe ein Gastrulastadium mit den beiden primären Keimblättern, dem Exoderm und dem Entoderm, dar. Nur werden die beiden Blätter hier nicht, wie bei der Archigastrula, durch zwei einschichtige, sondern durch mehrschichtige Zellenlagen dargestellt.

Sehr bald kann man auch bemerken, dass sich die Magen- höhlung der proliferirenden Meduse als ein ganz feiner, nur mit starker Vergrösserung wahrnehmbarer Centralkanal in den Entodermzapfen der Knospe fortsetzt (Taf. IV, Fig. 4). Wahrscheinlich existirt die dem Urmagen der Gastrula entsprechende, centrale Trennung schon in dem noch ganz uneingestülpten Entodermzapfen und ist nur wegen des noch unmittelbaren Aneinanderstossens der Zellen nicht direct zu bemerken.

Zunächst stülpt sich nun der Entodermzapfen becherförmig

---

<sup>1)</sup> Beobachtungen über Anatomie etc 1851, p. 7.

ein (Taf. IV, Fig. 4) und in der Tiefe der so entstandenen Concavität wieder aus (Taf. IV, Fig. 5). Der Rand des durch die Einstülpung des Entodermzapfens entstandenen Bechers wächst schnell in die an Umfang zunehmende Masse des Ectoderms hinein, wobei er sich in vier breite Blätter sondert, welche unmittelbar nebeneinander liegen und vorläufig in ihrer ganzen Länge mit einander verwachsen bleiben. Diese vier Blätter sind die Anlagen der Gastrovascularkanäle, die in der Tiefe des Bechers sich erhebende Hervorwölbung die des Magens.

Das ganze Gastrovascularsystem entsteht also durch successive Ein- und Ausfaltung eines primären Zapfens, welcher Umstand für die Auffassung der morphologischen Individualität der einzelnen Theile wichtig ist (s. u.). Eine Höhlung im Exoderm, welche durch „Verflüssigung“ zwischen den vier Radialblättern entstehen und die beginnende Glockenhöhlung sein soll, wie sie Keferstein und Ehlers<sup>1)</sup> nicht nur bei Siphonophoren-, sondern auch bei Medusenknospen (*Cytaeis pusilla* Ggb.) vor der Bildung des Magens beschreiben, fehlte durchaus.

Form und Structur der vier dicht nebeneinander liegenden Radialblätter lässt sich durch die Beobachtung der Knospe von der Seite und von oben, sowie durch verschieden hohe Einstellung genau constatiren. Bei seitlicher Lage der Knospe stellt sich das nach oben gelegene Blatt en face als breit, abgerundet und unmittelbar an die zwei benachbarten Blätter grenzend dar (Taf. IV, Fig. 7). Bei tieferer Einstellung wird der optische Durchschnitt der letzteren sichtbar (Taf. IV, Fig. 4). Dieser lässt erkennen, dass die Blätter sich nach der Spitze der Knospe zu gewölbeartig gegeneinander neigen, dass ihr Dickendurchmesser verhältnissmässig kurz ist und dass sich das in den Magenansatz erstreckende Lumen auch in die Radialblätter fortsetzt. Der in der Tiefe, in der Mitte der vier Radialblätter, wie der Fruchtknoten zwischen den Blumenblättern sitzende Magen zeigt schon jetzt eine geringe Einstülpung seiner Spitze (Taf. IV, Fig. 5). Diese vertieft sich später mehr und mehr, so dass zuletzt der Durchbruch zu der centralen, mit der Magenöhle der alten Meduse communicirenden Höhle erfolgt, und so die Mundöffnung der jungen Meduse ganz in derselben Weise wie bei hohen Thieren entsteht. Schon kann man auch bemerken, dass sich ein Theil der Ectodermzellen um den Magenapfen, sowie innen an die vier Radial-

<sup>1)</sup> Zoologische Beiträge, ges. im Winter 1859—60 in Neapel u. Messina. Leipzig 1861.

blätter anlegt und durch eine feine Contour von den übrigen, die ganze spätere Schirmhöhle völlig erfüllenden Zellen absetzt (Taf. IV, Fig. 5). Diese Zellen bilden später die subumbrella mit ihrem Epithel und Muskeln, wie Epithel des Magens.

Die Form der vier Radialblätter wird durch die successive Beobachtung von optischen Querschnitten der Knospen noch deutlicher, wozu günstig gelegene und durch den zufällig nur wenig gefärbten Magen der proliferirenden Meduse nicht verdunkelte Knospen zuweilen Gelegenheit bieten. Aus ihnen wird ersichtlich, dass die vier Blätter überall in unmittelbarem Zusammenhang stehen, dass nach oben, wo sie sich zusammenwölben, ihr Querdurchmesser ab-, ihr Sagittaldurchmesser zunimmt, dass ihre Convexität nach aussen beträchtlich grösser, als ihre Concavität nach innen ist, und dass die sie durchsetzende Höhlung der äusseren Form der Blätter entsprechend eine breite, feine Spalte darstellt (Taf. IV, Fig. 9, 10). Bei tiefer Einstellung wird auch der Durchchnitt des Magens sichtbar (Taf. IV, Fig. 10).

Während bisher die vier Radialblätter mit ihren freien Enden einen ungetheilten Rand bildeten, beginnen jetzt einzelne Fortsätze sich von da aus in die Ectodermmasse auszustrecken. Zunächst wächst die Spitze jedes Blattes in einen kurzen, soliden Zapfen aus. Diese bilden die ersten Anlagen der vier radialen Tentakelbüschel. Um jeden dieser Zapfen legt sich das Ectoderm, indem es sich durch Spaltung aus der Gesamtmasse sondert, fest an (Taf. IV, Fig. 11, 12) und bildet so die Epithelbedeckung der späteren Tentakel. Durch die Abspaltung der Tentakelbelagszellen bleibt eine Schicht von Ectodermzellen übrig, welche unmittelbar über der Ectodermschicht des mittlerweile beträchtlich angewachsenen Magens liegt. Diese ist nichts Anderes, als das noch undurchbrochene velum (Taf. IV, Fig. 11).

Da, wo sich die Spitzen der vier Radialblätter als die vier primären Tentakelfortsätze von einander sondern, bleiben die vier Blätter fest mit einander verwachsen und ihre Höhlungen vereinigen sich in einen gemeinsamen Ringkanal. Während dieser mit zunehmendem Dickenwachsthum der Knospe gleichfalls an Umfang zunimmt und sich so die vier Verwachsungsstellen der Radialblätter zu den interradiellen Kanalstrecken ausziehen, bleiben unterhalb des so entstehenden Cirkelkanals die vier Radialblätter nicht nur von der ursprünglichen Breite, sondern verschmälern sich sogar etwas, während sie sich in die Länge strecken. So verlieren sie ihren ursprünglichen Zusammenhang und bilden die

vier von einander getrennten Radiärkanäle (Taf. IV, Fig. 15), deren einfache Zellenlage sich bei älteren Knospen unschwer erkennen lässt (Taf. IV, Fig. 17).

An den vier Linien, in denen die vier Radialblätter ursprünglich zusammenstiessen, und ebenso längs der vier aus ihnen entstandenen Radiärkanäle selbst, erhält sich der ursprüngliche Zusammenhang der gesamten Zellschichten. Dagegen bleibt in den Zwischenräumen zwischen den mit dem Dickenwachsthum der Knospe auseinanderrückenden vier Radiärblättern und den ihrer ursprünglichen Breitengrenze entsprechenden Linien die äussere und innere Schicht der Ectodermzellen von einander getrennt. So ist schliesslich umbrella und subumbrella nur an acht, vier radialen und vier interradialen, Längsstreifen mit einander verbunden. Aus dieser Entstehungsart wird es erklärlich, warum die Medusenknospen kurz vor ihrer Ablösung noch so unverhältnissmässig breite Radiärkanäle und so mächtige, dicht nebeneinander liegende Bulbi haben (Taf. IV, Fig. 16).

Fast zu gleicher Zeit mit der Anlage der vier radialen Tentakelbüschel und dem Entstehen des Ringkanals drängen sich auch schon vier neue Auswüchse zwischen den ersteren hervor, um die sich gleichfalls eine Ectodermsschicht anlegt. Diese vier neuen Fortsätze sind die Anlagen der vier interradialen Tentakelbüschel. Bei einer oberflächlichen Ansicht der Knospenspitze kann man die so entstandenen acht Ectodermzapfen sich gegeneinander wölben sehen (Taf. IV, Fig. 15). Die Spalten des Ectoderms, welche die Grenzen des um die acht Tentakelfortsätze sich anlegenden Epithels bezeichnen, bilden ein für dieses Stadium sehr charakteristisches Johanniterkreuz (Taf. IV, Fig. 12).

Die Anlagen der radialen Tentakelbündel beginnen bald darauf drei Fortsätze auszustrecken, welche sich zu den drei Tentakeln verlängern, während die interradialen bis zur Lösung der Meduse ungetheilt bleiben. Gegenbaur's<sup>1)</sup> Ausspruch, dass jungen Lizzien die interradialen Tentakel ganz fehlen, muss also in etwas modificirt werden, da die Sprossen der *L. octopunctata* schon lange vor ihrer Lösung vier interradiale Bulbi mit je einem Tentakel besitzen. Aehnliches ist auch mit der *Lizzia grata* A. Agassiz der Fall.<sup>2)</sup>

Das Lumen der Magenanlage erweitert sich jetzt beträchtlich, so dass man unschwer den Kanal verfolgen kann, welcher durch

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1857, p. 224.

<sup>2)</sup> Proceed. Boston soc. of nat. hist. 1862, p. 100.

die maschigen Entodermzellen der proliferirenden Meduse hindurch die Communication mit ihrem Gastrovascularsystem vermittelt (Taf. IV, Fig. 16). Ebenso ist bereits das Lumen der Radiärkanäle als ein ziemlich breiter Kanal sichtbar, der sich am Ringkanal zur Bulbushöhlung erweitert. Schon beginnt der Speisebrei aus dem Magen der alten Meduse in die Gastrovascularkanäle der Knospen einzuströmen, und schon färben sich Magenwand und Tentakelbulbi, wie die der alten Meduse mit der braungrünen Chylusfarbe. Der Chylus tritt aus dem Magen der Ammenmeduse nicht nur mechanisch durch den offenen Communicationsweg in das Gastrovascularsystem der Knospe über, sondern wird durch die Action der Geisselzellen geradezu hineingepresst. Wenn der verbindende Kanal noch ganz eng ist, sieht man diesen bereits mit Chylus vollgepfropft, und während die ersten Körperchen mit der allmählichen Erweiterung des Kanalsystems langsam weiter vorrücken, werden schon wieder neue hinten angestaut. Schliesslich sind die erweiterten Stellen des Gastrovascularsystems, Magen und Bulbushöhlungen dicht mit Chylus gefüllt. Dabei haben die Entodermzellen reichlich Zeit und Gelegenheit sich mit demselben zu tränken.

Während die ganze Knospe an Umfang zunimmt, wachsen die Tentakel mehr und mehr, wobei sie sich in die Glockenwölbung zurückkrümmen und als dichter, verschlungener Knäuel den Raum zwischen Ringkanal und velum ausfüllen. Letzteres wird durch sie eng an den Magen und die subumbrella angepresst. Erst jetzt ist hier und da ein kleiner, freier Raum innerhalb der Umbrellarhöhlung sichtbar, so besonders an der Umschlagsstelle des velum über den Magen, zwischen velum, subumbrella und Magenepithel. Der Raum innerhalb der umbrella bleibt um so mehr ausgefüllt, als bereits in diesem Stadium der Magen der Knospe selbst neue Sprossen zu treiben anfängt, welche nach der Lösung der jungen Meduse bereits die ersten Phasen ihrer Entwicklung hinter sich haben (Taf. IV, Fig. 16). Durch diese überreiche Produktionskraft wird es erklärlich, dass ich im April keine einzige *L. octopunctata* fand, deren Magen nicht mit mehr oder weniger Knospen besetzt gewesen wäre.

Die Subumbrellarschicht ist jetzt noch unverhältnissmässig dick, während die äusserste Ectodermschicht im Gegentheil aus einer verhältnissmässig nur dünnen Lnge von Zellen besteht. Diese bleiben am Ringkanal fast unverändert bestehen und bilden hier den Marginalstrang. Im Umfang der späteren umbrella beginnt



aber jetzt die Ausscheidung der Gallertsubstanz, welche an Dicke mehr und mehr zunimmt. Die ursprünglich in einer continuirlichen Schicht untereinander liegenden Ectodermzellen werden von ihr auseinandergedrängt, wobei sie sich in zwei die Gallertsubstanz von beiden Seiten deckende Epithelien ordnen. Anfangs sind die Zellen noch ziemlich hoch, schliesslich werden sie aber zu zarten, platten Epithelzellen reducirt (Taf. IV, Fig. 18 a, b, c). Der Marginalstrang ist also eine directe Fortsetzung der umbrella und nur dadurch von ihr differenzirt, dass hier die Ectodermzellen in ihrer ursprünglichen Lage, Gestalt und Mächtigkeit erhalten bleiben. Uebrigens haben die jungen Lizzien bei ihrer Lösung eine noch wenig entwickelte umbrella und wird die Hauptmasse der Gallertsubstanz erst später abgeschieden.

Auch die charakteristische Bildung der Mundgegend hat unterdess begonnen. Der Rand der becherförmigen Vertiefung an der Spitze des Magens zieht sich in vier Zipfel aus (Taf. IV, Fig. 14), jeder derselben theilt sich noch einmal in zwei, welche sich zu Mundarmen verlängern und an ihrer Spitze die dicken Nesselkapselbüschel differenziren. Nesselkapseln finden sich jetzt nicht nur am Magen und den Tentakeln, sondern über die ganze umbrella zerstreut. Der Durchbruch des Mundes erfolgt kurz vor der Loslösung. Zuweilen stösst dabei die junge Meduse einen Theil des in ihrem Magen befindlichen, der proliferirenden Meduse entnommenen Chylus durch den Mund aus, eine Eigenthümlichkeit, welche durch die überreichliche Füllung ihres Gastrovascularsystems bedingt ist. Wahrscheinlich erfolgt auch jetzt der Durchbruch der Velaröffnung.

Nun beginnt sich die zusammengeknäuelte Knospe lebhaft zu contrahiren. Der dicke, hohle, aus Ectoderm und Entoderm gebildete Strang, welcher sie mit dem Magen der alten Meduse verbindet, wird dünner und dünner und zieht sich bisweilen zu einem langen pedunculus aus. (Bei den Knospen der *Bougainvillia* ist er von Anfang an lang und mit einem geringelten Polyparüberzug bedeckt.) Schliesslich reisst das Exoderm, die umbrella der Knospe trennt sich vom Magenepithel der alten Meduse. Nur das Entoderm stellt noch einen verbindenden Strang dar, welcher auch bei der freigewordenen Meduse noch immer die umbrella zu durchsetzen pflegt (Taf. IV, Fig. 22).

Die junge Meduse strebt sichtlich, nicht nur sich von der alten abzuschneiden, sondern auch ihre ineinandergeknäuelten und in stark contrahirtem Zustand befindlichen Tentakel zu entrollen,

die zusammengezogene umbrella auszubreiten. Dass der Knäuel der Tentakel so fest zusammenhält und erst mit grosser Anstrengung gelöst werden kann, dass er überhaupt die ganze Entwicklung hindurch wie eine compacte Masse zusammenklebt, obgleich er doch von keiner äusseren Hülle umgeben ist, erkläre ich mir durch eine noch nicht überall vollständige Trennung der ursprünglich continuirlichen, durch Spaltung um die einzelnen Entodermfortsätze gesonderten Ectodermzellen.

Zuletzt faltet sich der Medusensprössling mit einen plötzlichen Ruck, wie eine aufbrechende Blüthe, auseinander und entrollt seine sich augenblicklich zu beträchtlicher Länge ausdehnenden sechszehn Tentakel (Taf. IV, Fig. 21). Kurz darauf reisst auch der haltende Entodermstrang, und die junge Meduse schwimmt davon, bereits beschwert mit den ihren Magen ringsum besetzt haltenden Tochttersprossen.

Bei der jungen *Lizzia octopunctata* löst sich der anfangs noch durch den Entodermfortsatz mit der umbrella verbundene Magen sehr bald von dieser los, während bei anderen Medusen diese Trennung erst später oder überhaupt nie erfolgt. Das durch die reichliche Knospung sehr erhöhte Gewicht des Magens wird hierbei nicht ohne Einfluss sein.

### III. Zur Tectologie der craspedoten Medusen.

Nachdem die verwickelte und wichtige Streitfrage über die Sexualverhältnisse der Hydroidpolypen vor Allem durch die eine Theorie des Generationswechsels begründenden und durchführenden Arbeiten von Steenstrup <sup>1)</sup> und Gegenbaur <sup>2)</sup> eine glückliche Lösung gefunden hatte, machte sich in Kurzem eine ähnliche, noch jetzt ungeschlichtete Meinungsverschiedenheit in der Auffassung der geschlechtlichen Natur der Medusen geltend. Auch diese Frage fällt in das Gebiet der Tectologie oder der Lehre von den morphologischen Individualitätsstufen, deren hohe Bedeutung zuerst von Haeckel ausführlich dargelegt worden ist. <sup>3)</sup>

---

<sup>1)</sup> Om forplantning og udvikling i di lavere dyrklasser. Kjöbenhavn, 1842. Uebersetzt von Lorenzen.

<sup>2)</sup> Zur Lehre vom Generationswechsel etc., 1854.

<sup>3)</sup> Generelle Morphologie Bd. I. Monographie der Kalkschwämme, 1872. I, p. 89 ff.

Der Streit über sexuelle und esexuelle Polypen und ihre verschiedenartigen, von den Autoren aufgezählten, oft scheinbar höchst abweichenden und fremdartigen Fortpflanzungsweisen <sup>1)</sup> war durch die Erkenntniss der Homologie aller Gonosome von der einfachsten, kugeligen Gemme bis zur frei werdenden, hoch differenzirten Meduse und ihres Werthes als Personen (Morphologische Individuen dritter Ordnung, blasti und prosopa) beendet worden. Sämmtliche Gonosome werden hiernach als die durch Sprossung entstandenen Geschlechtsthiere eines Stockes (cormus) angesehen, dessen Personen durch Arbeitstheilung zur Ausübung verschiedener, spezieller Functionen differenzirt sind.

Nun war aber bei den ganz allgemein für sexuelle Personen geltenden Medusen in einer ganzen Reihe von Fällen eine Erscheinung beobachtet worden, welche Ehrenberg 1836 <sup>2)</sup> noch eine „contradictio in adjecto“ genannt hatte, die Sprossung junger Medusen an gleichzeitig geschlechtsreifen Thieren. <sup>3)</sup>

---

<sup>1)</sup> Cf. besonders van Beneden, Recherches sur l'embryogénie des Tubulaires. Mém. de l'acad. roy. de Belgique, XVII, 1848.

<sup>2)</sup> Acalephen des rothen Meeres, p. 50, 59.

<sup>3)</sup> Proliferirende Craspedoten:

I. Am Magen:

*Cytaeis pusilla*. Keferstein und Ehlers, Zool. Beiträge, 1861, T. I, F. 24, 25. XIII, F. 8, 9.

*Cytaeis tetrastyla*. Soulayet, Voyage de la Bonite 1836–37. Atl. Zooph. Pl. II.

*Lizzia octopunctata*. Sars (*Cytaeis*), Fauna littoralis Norvegiae, 1846, T. IV, F. 7–13 (mit Tochttersprossung) Forbes, British Medusae, 1848, Pl. XII, F. 3.

*Lizzia blondina*. Forbes, British Medusae. Pl. XII, F. 4.

Kölliker, Würzburger naturw. Zeitschr. V. 1864.

*Lizzia* sp.(?). Allman, Tubularian Hydroids, p. 82, F. 36.

*Lizzia* sp. Claparède, Zeitschr. f. w. Z. X. 1860. T. XXXII.

Cf. Metschnikoff, Zeitschr. f. wissensch. Zool. XXIV. 1874, p. 17.

*Podocoryne carnea*. Sars, Fauna littoralis Norv. T. I u. II.

Krohn, Troschel's Archiv 1851, p. 267.

*Bougainvillia mediterranea*. Busch, Beobachtungen über Anatomie etc. 1851.

*Sarsia gemmifera*. Forbes, British Medusae. Pl. VII, F. 2.

*Sarsia clavata*. Keferstein, Untersuchung über niedere Seethiere, 1862, T. II, F. 1, 2.

*Sarsia* sp. Allman, Tubularian Hydroids, p. 82, F. 37.

*Dysmorphosa fulgurans*. L. Agassiz, Contributions Acalephae. 1849, p. 163, F. 259–60.

Der Gedanke musste nahe liegen, es möchte vielleicht auch bei den Medusen das, was man bisher für Geschlechtsorgane gehalten hatte, einen gleichen morphologischen Werth wie ihre sich lösenden Sprossen haben; es möchten die anscheinend geschlechtlichen Medusenpersonen Stöcke mit einzelnen Geschlechtsthieren sein.

Den ersten Anstoss zu einer solchen Deutung hat 1856 Leuckart gegeben. Derselbe sagt von von den sackförmig von

## II. Am Magenstiel:

*Cyclogaster gemmascens*. Haeckel, Jenaische Zeitschr. I. 1864, p. 342.

## III. An den Radiärkanälen (Ovarien):

*Thaumantias multicirrata* (Tiaropsis). Sars, Fauna littoralis Norvegiae, 1846.

*Eucope gemmigera*(?). Keferstein, Untersuchungen über niedere Seethiere, 1862. T. II, F. 9. „Bei einer völlig ausgebildeten Qualle dieser Art, mit reifen Ovarien, befand sich im Grunde der Glocke, ich habe nicht genau notirt, an welcher Stelle, ob am Magen oder den Radiärkanälen, eine bräunliche, mit langen Cilien besetzte Quallenknospe, die sich in ganz regelmässiger Weise aus den beiden Bildungshäuten des Mutterthiers bildete“ (p. 28). Ob dies wirklich eine Knospe war, erscheint fraglich, da die Flimmerung, wie anderwärts (s. o.) auf eine parasitische, aus einem Ei entstandene junge Meduse deutet.

## IV. Am Ringgefäss:

*Eleutheria dichotoma*. Krohn, Wiegmann's Archiv. 1861.

= *Clavatella prolifera*. Allman, Tubularian Hydroids. Pl. XVIII, F. 5.

= *Herpusa ulvae*(?) (mit Tochttersprossung). O. Schmidt, Brehm, Illustr. Thierleben. VI. p. 993.

*Staurophora laciniata* L. Agassiz, Mem. Amer. Academy IV. Pl. VII.

## V. An der Tentakelbasis:

*Sarsia prolifera*. Forbes, British Medusae. 1848. Pl. VII, F. 3.

Busch, Beobachtungen über Anatomie etc. 1851.

*Coryne fritillaria*. Steenstrup, Om forplantning etc. 1842.

*Syncoryne*(?) sp. Allman, Tubularian Hydroids, F. 38.

*Hybocodon prolifer*. L. Agassiz, Contributions. 1862. IV. Pl. XXV (mit Tochttersprossung).

## VI. An den Tentakeln:

*Diplura*. Greene, Nat. hist. Rev. 1857. Vol. IV.

## VII. An parasitischen Larven:

*Cunina octonaria*. Haeckel, Geryoniden, p. 143.

*Cunina rhododactyla* } Metschnikoff, Zeitschr. f. wissensch. Zool.  
*Cunina proboscidea* } XXIV. 1874.

Angaben über flimmernde Knospen im Gastrovascularsystem s. o.

den Radiärkanälen am Magengrunde sich entwickelnden Geschlechtsorganen der *Aglaura Peronii* <sup>1)</sup>: „Ob man diese Geschlechtsorgane auch vom morphologischen Standpunkt mit den Geschlechtsorganen der übrigen Medusen vergleichen darf, will ich dahingestellt sein lassen. Ich muss gestehen, dass sie auf mich einen anderen Eindruck machen. In Anbetracht der Erfahrung, dass der Magen bei einer Anzahl der nacktägigen Medusen die Bildungsstätte für eine Knospenbrut abgibt, möchte ich unsere Anhänge für Knospen halten, die, statt zu einer vollständigen, individuellen Entwicklung zu kommen, in ihrer primitiven Form verharren und nach Art der Geschlechtskapseln bei den Hydroiden mit Eiern oder Samenkörperchen sich anfüllen. Unsere „Geschlechtsorgane“ würden dann als Geschlechtsthier zu betrachten sein und zwar als sessile Geschlechtsthier, die mit ihrem Mutterthier eine polymorphe Colonie zusammensetzen.“

Der Hauptvertreter der in diesen Worten bereits klar ausgesprochenen Auffassung ist Allman. <sup>2)</sup> Derselbe erklärt diejenigen Medusen, deren Geschlechtsproducte im Verlauf der Radiärkanäle entstehen, für esexuelle „Blastochemen“, ihre Geschlechtsorgane für durch Sprossung erzeugte Personen oder Zooiden. Diese bilden zusammen mit den sprossenden Medusenknospen eine Generation und unterscheiden sich von letzteren — ganz in derselben Weise, wie die sessilen Gemmen der Polypen von den sich lösenden Medusen — wesentlich nur dadurch, dass sie als blasti sessil bleiben und nicht, wie jene, als prosopa selbstständig werden. Die übrigen Medusen, welche die Geschlechtsstoffe in der Magenwand erzeugen, stellt Allman den Blastochemen als direct sexuelle „Gonochemen“ gegenüber.

Durch eine solche Auffassung wird den als Blastochemen bezeichneten, bisher als Personen betrachteten Medusen ein höherer Individualitätswerth, der echter Cermen gegeben. Und zwar hoch differenzirter, also phylogenetisch schon sehr alter cermen, da einzelne der den Stock zusammensetzenden Personen einzig und allein die sexuellen Functionen übernommen („destined for the sexual reproduction of the colony“ Allm. p. XIV) und sich dem entsprechend zu „sporosacs“ aus- resp. rückgebildet haben.

Es ist wichtig, stets diesen Punkt im Auge zu behalten, da

<sup>1)</sup> Beiträge zur Kenntniss der Medusenfauna von Nizza. Troschels Arch. f. Nat. XXII, p. 13.

<sup>2)</sup> Tubularian Hydroids. 1871—72.

hierdurch erst die Tragweite der verschiedenen Auffassungen der Geschlechtssäcke als Organe oder Personen ersichtlich wird. Würden nicht durch sie die Medusen auf verschiedene Individualitätsstufen gestellt und somit nothwendiger Weise auch ihre Phylogenie in verschiedener Weise hergeleitet werden, so könnte es schliesslich unwichtig und beinahe nur als Geschmackssache erscheinen, ob man die mit Geschlechtsproducten erfüllten Säcke der Medusen als „Geschlechtsorgane“ oder Geschlechtspersonen bezeichnen will.

Die Auffassung Allman's hat zuerst viel Gewinnendes. So besonders wegen der Uebereinstimmung der Erklärung von „Geschlechtsorganen“ und sprossenden „Geschlechtsthieren“ als morphologisch gleichwerthige Individuen mit der zur allgemeinen Anerkennung gelangten für gleiche Verhältnisse bei den Hydroidpolypen, so auch wegen des scheinbar ganz gleichartigen Baus eines Theils der sogenannten sporosacs an Blastochemen mit den sessilen Gemmen an Hydroidpolypen.

Es fragt sich nun aber vor Allem, ob die morphologischen Verhältnisse wirklich in ähnlicher Weise, wie bei den Hydroidpolypen, eine solche Auffassung unterstützen. Sie müssen entscheiden, ob man berechtigt ist, eine Homologie zwischen den sessilen Medusoidgemmen der Polypen und den Geschlechtsorganen von Medusen anzunehmen.

Entgegen den ausdrücklichen Worten Gegenbaur's <sup>1)</sup>, welcher die völlige Gleichartigkeit der Sexualorgane sämtlicher Craspedoten betont und darauf hinweist, dass sie nirgends etwas Anderes, als einfach Geschlechtsproducte erzeugende Gewebestrecken der Medusen seien, will Allman an den im Verlauf der Radiärkanäle auftretenden Organen ein von dem der übrigen ganz verschiedenes Verhalten erkennen, was ihn berechtigt, sie im Gegensatz zu den letzteren als wirkliche Blasten gleich den sessilen Gemmen der Hydroidpolypen anzusehen.

Die grösste Aehnlichkeit mit sessilen Medusoidgemmen erreichen die Genitalien (sporosacs Allman) bei Eucopiden Ggb.

Allman selbst hat als typisches Beispiel eines „sexual zooid“ („sporosac budding from a radiating canal“) ein Geschlechtsorgan der *Obelia geniculata* gewählt (Fig. 10). Dasselbe erscheint in der That z. B. dem „adelocodonic gonophore“ einer *Hydractinia echinata* (Fig. 7) sehr ähnlich. Die ganze Form

---

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1857, p. 238 nebst Anm.

eines gestielten Bläschens, der durch eine zapfenartige Verlängerung des Entoderms gebildete „spadix“ mit centraler Cavität, die äussere Wandung des Sackes (dem nur bei der *Obelia geniculata* die Muskellage der *Hydractinia* fehlt), die den Hohlraum des Säckchens ausfüllenden, den Spadix auf mancherlei Weise zusammenpressenden Eier — Alles stimmt überein. So möchte nach der Vergleichung der Fig. 7 und 10 Allman's die Annahme der morphologischen Gleichwerthigkeit der beiden Gemmen wohl plausibel erscheinen.

Nun gibt aber L. Agassiz von den noch nicht völlig entwickelten Ovarien seiner *Eucopa diaphana*, die ich mit Hincks für identisch mit der europaeischen *Ob. geniculata* halte, eine Abbildung<sup>1)</sup>, die sie nur als unbedeutende Auftreibungen der Radiärkanalwand erscheinen lässt. Dasselbe gilt für die mit *Ob. geniculata* sehr nahe verwandte *Eucopa fusiformis* Al. Agassiz, deren langgestreckte Ovarien ähnlich denen der *Thaumantiaden* fast die ganze Länge des Radiärkanals einnehmen.<sup>2)</sup> Und weiter: Eine mit der Allman'schen Zeichnung ganz übereinstimmende Abbildung giebt Gegenbaur<sup>3)</sup> von den Ovarien seiner *Eucopa thaumantoides*. Dieselben sollen gestielte, mit einer langen, sackförmigen Ausstülpung des Radiärkanals versehene Bläschen sein. Dagegen erscheinen die Ovarien seiner *Euc. campanulata* und *affinis* als nichts Anderes, wie „Geschlechtsproducte erzeugende Wände“ der Radiärkanäle, während sich das Kanallumen nur unbedeutend erweitert hat.

Ich selbst fand die jüngeren Geschlechtsorgane der *Clytia Johnstoni* Alder, mit der die drei Gegenbaur'schen Medusen augenscheinlich identisch sind, gleichfalls nur als einfache, halbrundliche, mit Eiern erfüllte Aussackungen, welche den graden Verlauf des Radiärkanals nur wenig beeinflussten.

Ganz ähnlich werden sie auch von Str. Wright<sup>4)</sup> gezeichnet.

Ist nun anzunehmen, dass ganz nah verwandte Medusen so verschieden geformte Geschlechtsorgane haben, dass die einen ihre Auffassung als Blasten sehr begünstigen, während die andern nichts aufweisen, was für eine solche Annahme sprechen könnte? Sollte etwa doch *Eucopa diaphana* L. Ag. und *Obelia*

<sup>1)</sup> Contributions. 1862. IV. Pl. XXXIV, F. 9 a.

<sup>2)</sup> N. Am. Acalephae, p. 98, F. 133.

<sup>3)</sup> Zeitsch. f. wissensch. Zool. 1857. T. X.

<sup>4)</sup> Proceedings etc. Vol. I, 1858. Pl. XIX, F. 4.



geniculata L., *Eucope thaumantoides* Ggb. einerseits, *Eucope affinis*, *campanulata* Ggb. und *Clytia Johnstoni* Ald. andererseits differente Species sein?

Oder sollten an einer und derselben Meduse verschiedene Ovarialformen vorkommen?

Die Vergleichung einer Anzahl Ovarien der *Obelia dichotoma* und *Obelia geniculata* in verschiedenen Stadien der Entwicklung beantwortet diese Fragen in allereinfachster Weise:

Der „spadix“ ist, wie schon oben betont, eine mechanische Erweiterung des Radiärkanallumens, verursacht durch die in der Kanalwand selbst sich bildenden grossen Eier.

Das Lumen des Radiärkanals wird durch ihre an verschiedenen Stellen ungleich starke Entwicklung, sowie durch ihre verhältnissmässig bedeutende Schwere aus seiner ursprünglichen Lage gepresst, herabgezogen und erweitert, so dass zuletzt eine sackförmige Ausstülpung, ja sogar ein gestieltes Bläschen vom Canalhohlraum ausgehen kann. Die Entstehung eines Spadix ist also keine Sprossbildung, wie bei den knospenden Medusoidgemmen und Medusen (Entodermzapfen der Magenanlage), sondern vielmehr ein ganz mechanischer, passiver, secundär durch das Gewicht und den Druck der sich entwickelnden Eier bewirkter Vorgang. Das Erste, was an den jungen Ovarien auftritt, sind die Eier, das Zweite erst der Spadix, während bei einem Sexualblastus zunächst seine gesammte Körperanlage, Exodermauftreibung und Entodermzapfen mit centraler Cavität, und später erst, wenn er einen gewissen Grad von Ausbildung erreicht hat, die Sexualproducte entstehen.

Nur an den männlichen Organen der Medusen bildet sich von Anfang an (cf. auch *Eucope diaphana* A. Agassiz)<sup>1)</sup> eine kleine Ausbuchtung des Radiärkanalhohlraums, deren Bedeutung oben anzugeben gesucht ist.

Solche Ausstülpungen der Radiärkanäle, wie sie bei den Eucopiden Ggb. an den Geschlechtsorganen vorkommen, können aber auch unabhängig von der Bildung der Sexualproducte auftreten, und dies giebt die Erklärung für die Entstehung einer zweiten Art anscheinend blastenähnlicher Genitalien.

Bei der Gattung *Polyorchis* A. Agassiz<sup>2)</sup> (*Melicertum* Eschsch.) ist der ganze Verlauf der Radiärkanäle mit alternirenden, langen

---

<sup>1)</sup> N. Am. *Acalephae*, p. 84, F. 121.

<sup>2)</sup> Ibid., p. 119, F. 179, 180.

Aussackungen (von Eschsch. für Fangfäden gehalten)<sup>1)</sup> besetzt, von denen einige besonders lange, am Magengrunde gelegene in ihren Wandungen die Eier erzeugen. Wollte man diese letzteren nach der Theorie Allman's als sprossende Sexualpersonen erklären, so läge absolut kein Grund vor, nicht ebensowohl sämtliche übrige Aussackungen als Blasten zu bezeichnen.

Die ganze Meduse müsste also als ein aus hundertten von Personen zusammengesetzter Cormus angesehen werden. Viel einfacher und ungezwungener ist es doch, anzunehmen, dass, ganz in derselben Weise, wie bei allen übrigen Medusen, deren Geschlechtsproducte im Verlauf der Radiärkanäle entstehen, auch hier einfach eine Stelle der Radiärkanalwandung Eier erzeugt, und nur in Folge der eigenthümlichen Form der Kanäle auch die Ovarien die Form langer, frei herabhängender Säcke bekommen haben.

Bei der Gattung *Olindias* Fr. Müller<sup>2)</sup> sind sämtliche, hier sogar verästelte Aussackungen mit Eiern erfüllt. Es findet hier also nur einfach eine Ausdehnung des Eier erzeugenden Theils des Radiärkanals statt, genau so, wie bei den grade verlaufenden Radiärkanälen der *Thaumantiaden* in Bezug auf die Genitalien der *Eucopiden*. Die ramificirte, schlauchartige Form der Ovarien ist auch hier nur eine Folge der Kanalform und nicht ihrer Blastennatur. Reduciren sich dagegen die Aussackungen der Radiärkanäle auf die Stelle am Magengrunde, wo die Geschlechtsstoffe entstehen und wo eine grosse Ausdehnung der Radiärkanalwandung – um sich telcologisch auszudrücken -- behufs Erzeugung recht vieler Sexulproducte stets zweckmässig bleibt, so kann die an *Trachynemiden* beobachtete Ovarialform entstehen.<sup>3)</sup>

Weit weniger noch als dergleichen bläschen- oder sackförmige, auf kleine Strecken des Radiärkanals centralisirte Genitalien haben die der übrigen von Allman als *Blastochemen* bezeichneten Medusen Anspruch auf den Werth als Blasten. Am nächsten schliessen sich an die der *Eucopiden* der Form nach die der *Thaumantiaden* und *Aequoriden* an, zu welchen die langgestreckten Ovarien von *Campanulina acuminata* überleiten. Im Bau stimmen sie mit denen der *Eucopiden* überein, nur dass sie hier viel

<sup>1)</sup> System der *Acalephen*, p. 105.

<sup>2)</sup> Troschel's Arch. f. Nat. 1861.

<sup>3)</sup> A. Agassiz, N. Am *Acalephae*, F. 78, 81.

weniger centralisirt erscheinen und als lange, schmale Taschen den Verlauf des Radiärkanals begleiten. Diese besonders von L. Agassiz<sup>1)</sup> beschriebene Ovarialform fand ich bei *Campanulina* wieder, deren Ovarien im gefüllten Zustand von einem „spadix“ keine Spur sehen lassen, und als einfache, mit Eiern erfüllte und durch sie mannichfach ausgebuchtete Säcke längs der Radiärkanäle verlaufen.

Schon bei Thaumantiaden Ggb. (z. B. bei *Cosmetira punctata* Hekl.<sup>2)</sup>, *Gonionemus vertens* A. Ag.)<sup>3)</sup> legen sich die langgestreckten Ovarien durch seitliche Einbiegungen zu krausenförmig gefalteten Bändern zusammen, und diese Bildung leitet zu der von Allman bei *Tima* als typisch für ihre Blastochemennatur hervorgehobenen Form über. Solche krausenförmigen Genitalien haben besonders charakteristisch *Tima Bairdii* Johnst. und *Tima formosa* A. Ag. Dagegen ist die Form der Ovarien bei anderen, und so auch bei den beiden von mir gefundenen Timen mit der der Thaumantiaden übereinstimmend.

Diese Krausenform, welche sich bis zu dem Anschein einer langen Reihe alternirend vom Radiärkanal abgehender Säckchen steigern kann, halte ich demnach — ganz wie die einfache Sackbildung bei Eucopiden Ggb. — für eine secundäre, mit einer Sprossbildung in keinem Zusammenhang stehende Erscheinung, mechanisch verursacht durch die reichliche Entwicklung der Eier, (— ähnlich geformte Hoden scheinen noch nicht beobachtet zu sein). Die auf eine kleine Stelle des Radiärkanals beschränkten Sexualtaschen der Obelien können sich nicht gut zusammenfallen und sacken sich daher mehr und mehr aus, während derartig langgestreckte Ovarialsäcke, wenn das Gesamtvolum der sie erfüllenden Eier im Verhältniss zur Länge des Radiärkanals zu gross wird, in ähnlicher Weise die sich seitlich gegeneinander verschiebenden Eier umgeben, wie ein den langen Darm begleitendes, dabei aber von einer verhältnissmässig nur kurzen Basis ausgehendes Mesenterium.

Am allerwenigsten Grund für die Allman'sche Auffassung scheinen die Geschlechtsorgane der Geryoniden zu geben, und grade auf sie musste sich in Rücksicht auf ihre Individualitätenfrage ein lebhaftes Interesse concentriren. Allman selbst erklärte

<sup>1)</sup> Contributions. 1862. IV. Pl. XXXI, F. 3 (Tiaropsis).

<sup>2)</sup> Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturw. I.

<sup>3)</sup> N. Am. Acalephae, F. 200.

in einem besondern Aufsatz <sup>1)</sup> die Geryoniden für Blastochemen, ihre Genitalien für sporosacs von Personenwerth, um somit in der Geryonide eine ungeschlechtliche erste Generation für die geschlechtliche Cunina als zweite Generation erblicken zu können, und er hält auch seine Auffassung gegenüber der Zurückweisung Haeckels <sup>2)</sup> aufrecht. <sup>3)</sup>

Ich habe ebenso wenig wie Allman Gelegenheit gehabt, Geryoniden selbst zu beobachten, nach der ausführlichen Darstellung Haeckel's sind sie aber geradezu Gonochemen im eminentesten Sinne. Denn bei ihnen sprossen die Eier ohne sackartige Ovarialbildungen aus dem unteren Epithel der Radiärkanäle frei in ihr seitlich erweitertes Lumen herein. Zuweilen sind sie dabei in ihrer Lage so wenig centralisirt, dass zwischen ihnen „häufig schmalere oder breitere eierfreie Zwischenräume übrig bleiben, welche eine freiere Circulation des Chylus gestatten“. Sonach kann man die Genitalien der Geryoniden morphologisch nur als Organe der allereinfachsten Art bezeichnen.

Allman erklärt freilich die freie Lage der Eier an der Innenseite der Kanalwandung für ein Ding der Unmöglichkeit und die Chylusströmungen, die Haeckel über und zwischen der Eierlage beobachtete, für einen mit Chylus erfüllten „ramificirten Spadix“. Bei Obelien habe ich aber selbst mit aller Sicherheit die freie Lage von Eiern inmitten des sie umgebenden Chylus feststellen können. Aber selbst wenn das Epithel des Radiärkanals das Eilager von der Gastrovascularcavität trennen würde, so würde doch diese flächenartig ausgedehnte, von den Eiern mannichfach ausgebuchtete Decke nicht nur nicht für Allman's Deutung günstig sein, sondern vielmehr in vielfacher Wiederholung die allmähliche, mechanische Entstehung eines „spadix“, wie er bei Obelien vorkommt, illustriren.

Die bei Geryoniden und Obelien sich vorfindende Lage der Eier im Kanallumen selbst, ohne jede Trennung von diesem durch einen entodermalen Spadix, führt nun aber zu einem zweiten, wichtigen Grund gegen die Blastennatur der Genitalien.

Selbst bei sehr rückgebildeten Gemmen an Hydroidpolypen findet sich doch stets ein besonderer Körper vor, gebildet durch die zwei Hauptzellschichten der Hydranthenwandung, dem Exo-

<sup>1)</sup> Ann. and Mag. of nat. hist. XV. 1865.

<sup>2)</sup> Geryoniden. Vorwort, p. VII.

<sup>3)</sup> Tubularian Hydroids.

derm und dem Entoderm, zwischen welchen der Brutraum für die sich entwickelnden Sexualproducte liegt. Ganz anders bei den Geschlechtsorganen der Medusen. Treten in den Ovarien die Eier, wie ich es häufig bei Obelien beobachten konnte, und wie es bei Geryoniden Regel zu sein scheint, nicht im Beginn ihrer Entwicklung unter das subumbrellare Epithel, sondern verharren sie bis nach der Erlangung einer beträchtlichen Grösse im Entodermalepithel, dem sie entstammen, treten sie schliesslich in das erweiterte Kanallumen selbst hinein, so fehlt überhaupt die Bildung eines mit der Entodermwandung der Medusoidgemmen zu vergleichenden, aus einem continuirlichen Epithel gebildeten spadix.

Wie die Form, so ist also überhaupt die Existenz dieses Gebildes dem Zufall unterworfen und nichts weniger, als das Resultat der Sprossbildung einer Person.

Wie aber bei den Ovarien häufig die entodermale, so fehlt bei den Hoden — wie ich wenigstens bei Obelia und Lizzia fand — regelmässig die ectodermale, dem Ectoderm der Gemmen entsprechende Wand. Denn hier zerfällt das ganze Ectoderm selbst in Spermatoblasten und Spermatozoen, so dass von Anfang an ein distincter, ectodermaler Ueberzug über den sich entwickelnden Sexualproducten fehlt.

Hätte Allman bei der Vergleichung die männlichen Organe ebenso eingehend, wie die weiblichen in Betracht gezogen, so wäre die Verschiedenheit zwischen den Person-Gemmen der Polypen und den Organ-Genitalien der Medusen viel auffälliger geworden. —

Berücksichtigt man die äussere Form, so könnten selbst die Sexualorgane einzelner Gonochemen Allman's eher berechtigt erscheinen als Blasten zu gelten, als manche sogenannter Blastochemen. Zu diesen gehören unter anderen die Geschlechtsorgane der *Tiara pileata* Forsk. Sie bestehen aus krausenförmig aneinander gelegten Säcken, welche in vier Doppelstreifen die Magenwand besetzen. Somit hätten diese mindestens dieselbe Berechtigung, als Blasten zu gelten, wie die krausenförmigen Genitalien der *Tima Bairdii*. Nicht viel anders steht es mit den Ovarien des Genus *Stomotoca* Ag.<sup>1)</sup>, wie so mancher anderer Oceaniden Ggb.

Hier aber, wie dort, wird sich durch Verfolgung der Ent-

<sup>1)</sup> A. Agassiz, N. Am. Acalephae, F. 272.

wicklung beweisen lassen, dass bei allen Craspedoten die Genitalien nichts sind als Geschlechtsproducte erzeugende Gewebsstrecken am Verlaufe des Gastrovascularsystems, eine Thatsache, die, um Gegenbaur's Worte anzuführen, „für die Conception einer physiologischen Vorstellung dieser Organismen von hoher Wichtigkeit“ ist.

Stellt man einmal die Geschlechtsthiere des Polypenstockes den Geschlechtsorganen der Meduse gleich, so ist es nur ein Schritt weiter, wenn man eine Homologie auch zwischen den übrigen Theilen der Meduse und den ungeschlechtlichen Polypenpersonen nachzuweisen sucht. Eine solche Parallele zwischen Meduse und Polypenstock in Bezug auf den individuellen Werth ihrer Theile versinnlicht eine interessante von Str. Wright gegebene Zeichnung.<sup>1)</sup> Wright verglich die Colonie von *Hydractinia* mit einer craspedoten Meduse und zog Parallelen zwischen der flächenartig ausgebreiteten *Hydrorhiza* (flat expanded polypary) der *Hydractinia* und ähnlicher Polypencormen und der *umbrella* und *subumbrella*, zwischen ihren Kanälen und den Gastrovascularkanälen der Meduse, den Hydranthen und dem Magen der Meduse (alimentary polyps or organs), den „spiral appendages“ und den Tentakeln („tentacular polyps or organs“), den Medusoidgemmen und den Geschlechtsorganen der Meduse („reproductive polyps or organs“).

Die Uebereinstimmung zwischen den Diagrammen von Polypencolonie und Meduse musste um so auffälliger sein, als auch die langen Spiralpolypen der *Hydractinia*, entsprechend den Medusententakeln, nur den Umkreis der ganzen Colonie besetzt halten, und die *Hydractinien* dioecisch sind, d. h. gleich den Medusen immer nur eine Art Geschlechtsstoffe produciren.

Factisch sprossen freilich die sporosacs der *Hydractinien* — wie gewöhnlich bei Hydroidpolypen — nicht direct aus dem die einzelnen Personen verbindenden coenenchym (creeping stolon Hincks, *Hydrorhiza* Allman), sondern von besonders differenzirten Polypen (gonoblastidium Allman 1865, blastostylus 1871). Das Verhältniss derselben zu den übrigen Personen des Stockes wird also eigentlich nicht, wie es nach Wright's Zeichnung erscheint, durch das Diagramm:

$$\text{Pers.: } \overbrace{\text{Tr.} + \text{Tr.} + \text{Tr.} + \dots \text{etc.} \dots + \text{Gon.}}^{\text{cormus.}}$$

<sup>1)</sup> New Edinburgh. Phil. Journ. 1857.  
Proceedings etc. 1858. Pl. XII.





die reichverzweigten Buschformen von *Eudendrium rameum* Pall. und *Obelia longissima* Pall., für Einzelthiere erklären. Denn ihre Polypen sind nicht mehr Personen als die Polypen der *Hydractinia*, ja sogar abhängiger vom gemeinsamen Stock, als diese. Und nicht nur ein einziger dieser vielverzweigten Stöcke, sondern selbst ganze Colonien derselben müssten nach Wright als Personen gelten, denn ihre mächtigen Büsche erheben sich, wo sie massenweis die Steine und Pflanzen besetzt halten, ebenfalls von einem verbindenden, wenn auch nur spärlichen Coenenchymnetzwerk.

Nach Wright sollen die Polypen der *Hydractinia* und ähnlicher Hydroidencolonien, sexuelle wie esexuelle, ebenso wie die Tentakel, der Magen und die Geschlechtsorgane aus einer gemeinsamen Basis, der *Hydrorhiza* Allm., bezüglich aus der ihr entsprechenden umbrella mit subumbrella sich entwickeln, und folglich deren Organe sein. Diese Darstellung ist aber nach zwei Seiten nicht wohl haltbar. Einmal ist der Entstehungsmodus der *Hydractinia*-polypen, wie der Medusenorgane nicht als Sprossung aus einer gemeinsamen Basis aufzufassen, und dann würde, wäre dies selbst der Fall, hierin kein Beweis ihres Organwerthes liegen.

Nicht aus einem selbstständigen, gemeinsamen Coenenchym entstehen die einzelnen Polypen der *Hydractinia* etc., sondern, ganz wie bei buschartig verzweigten Stöcken, der eine vom andern, wenn auch durch Vermittlung horizontal auf dem Substrat sich ausbreitender Stolonen. Die flimmernde Planularlarve bildet sich nach ihrer Festsetzung direct zu einem Hydranthen um, und erst in der Folge strecken sich aus seiner Basis einzelne Fortsätze aus <sup>1)</sup>, die sich, nachdem sie eine Strecke auf der Unterlage fortgekrochen sind, hier und da erheben, um zu neuen Polypen zu werden. Es würde also, um mit Wright zu reden, erst das Organ und dann erst das „individual animal“ entstehen. Die Verzweigung des cormus ist auch bei der *Hydractinia* etc., wie bei allen übrigen Polypen, in der Weise monopodial angelegt, dass der Mutterspross immer ein mit einem Köpfchen abschließender Polyp ist. Die einzelnen Polypen entstehen hier ebenso wenig als coordinirte Seitensprosse an der horizontalen Hydro-

<sup>1)</sup> So stellt es auch Wright selbst dar: „others (der Planularlarven) have in a few days been developed into small four tentacled polyps and protraded creeping tubes from their base — the rudiments of the future polypary“. *Proceedings etc.*, p. 203. Pl. VIII, F. 8, 9.

rhiza, als die von Bushcormen an einer gemeinsamen, aufrechten Axe. Ein Unterschied zwischen beiden liegt hauptsächlich darin, dass sich bei *Hydractinia* etc. kein Sympodium bildet, wie sonst gewöhnlich (z. B. bei den weit verbreiteten *Cicinnuscormen*, *Obelia dichotoma* etc.). Die Stockform ist hier eher eine flach ausgebreitete Anthela zu nennen.

Dieser Auffassung der Verzweigungsart von Polypencormen zufolge kann ich auch der Deduction Reichert's nicht beistimmen, welcher das *coenosarc* Allm. (*Polyphophylon* Reich.) „einen jugendlichen Zustand dieser Thiere“ nennt, „aus welchem durch Knospenbildung die sogenannten Polypen oder Polypenköpfchen hervorgehen“. Der solitäre, junge Polyp hat bei seiner Festsetzung nach dem Schwärmstadium nur den Werth einer einzigen Person, nicht den eines *cormus*, der sich erst durch Sprossung des „Polypenköpfchens“ aus seinem „polypophylon“ gebildet hat. Sprosst ein zweiter Polyp, so kann ich den so entstandenen *cormus* nur aus zwei Personen, nicht aus drei zusammengesetzt ansehen. Ein solcher *cormus* würde durch das Diagramm  $\text{Polyp} + \text{Polyp.}$

und nicht durch 
 $\begin{array}{cc} \text{Polyp} & \text{Polyp.} \\ + & + \\ \hline \text{Polypophylon} \end{array}$ 
 ausgedrückt werden.

Aber selbst wenn das *Coenosarc* allein ohne Polypen ein „individual animal“ darstellte, an dem die Polypen erst entstünden, brauchten letztere keineswegs die Organe des ersteren zu sein, sondern könnten, wie bei ihrer directen Entstehung aus einander selbstständige Personen sein, die an einem in niederem Ausbildungsstadium verharrenden Ammenthier sprossen<sup>2)</sup> und mit ihm zusammen einen *cormus* bilden. Auch Reichert, der wie Wright die Polypen von einem selbstständigen „polypophylon“ sprossen lässt, legt ihnen trotzdem den Werth echter Personen, dem Ganzen den eines echten *cormus* bei. —

Auch bei der Meduse, wo die Organe Wright's wirklich diesen Werth haben, kann man nicht von einer gemeinsamen, der Hydrorhiza des Polypenstocks entsprechenden und nur, statt flach ausgebreiteten („flat expanded“), gewölbten („bell shaped“) Basis sprechen, von der die Organe entspringen. Die Zusammenstellung der umbrella und subumbrella mit den „lateral canals“ als einer matrix für die übrigen Organe ist durchaus unhaltbar.

<sup>1)</sup> Monatsbericht der kgl. Acad. d. Wissensch. zu Berlin. 1867.

<sup>2)</sup> Cf. Gegenbaur, Grundriss der vergl. Anat. 1874, p. 91.

Weder ontogenetisch, noch phylogenetisch kann der Magen als ein Spross des Gastrovascularsystems aufgefasst werden. Als Homologon des progaster der *Gastraea* ist er das primäre, die Lateralkanäle sind dagegen erst secundäre, phylogenetisch später erworbene und specifisch differenzirte Theile des gesammten Systems. Der Entodermzapfen der Gastrulaknospe mit seiner centralen Cavität repräsentirt den *Gastraeamagen*, wie den späteren Magen der Meduse. Dass durch seine erste, ontogenetische Veränderung, die Einstülpung, zunächst die Anlage der Radiärkanäle gebildet wird, und dann erst wieder aus dem Grunde des Bechers der definitive Magen „hervorsprosst“, ist nur ein cenogenetischer Vorgang, durch den das phylogenetische Verhältniss, die Entstehung der Lateralkanäle aus dem Magen als Fortsätze desselben verdunkelt wird. Die *umbrella* mit ihren Epithelien hat natürlich mit der Entstehung des Magens überhaupt nichts zu thun. Beim Reifen der Geschlechtsorgane tritt, wie oben ausgeführt, überhaupt kein besonderer Sprossungsact auf, der mit dem der *sporosacs* an Polypen verglichen werden könnte, und es bleiben nur die Tentakel übrig, deren Entstehungsweise als eine Art Sprossung vom Gastrovascularsystem aufgefasst werden könnte.

Es genügt übrigens wohl die genaue morphologische Vergleichung der sprossenden und ausgebildeten Polypen und Medusen, um zu erkennen, dass diese, sowie ihre einzelnen Theile einander homolog sind und dass die von Wright gezogene Parallele nur auf Analogieen basirt. Nicht der Polypencolonie, sondern dem Einzelpolyp ist die Meduse, nicht dem Hydranthen, sondern der Proboscis ist der Magen, nicht den Spiralpholypen, sondern den Hydranthententakeln sind die Tentakel, nicht den Kanälen der *Hydrorhiza*, sondern den Kanälen der Hydranthententakel sind die Radiärkanäle (s. u. Der Ringkanal bildet sich bei den Medusen ontogenetisch, wie phylogenetisch erst secundär durch seitliche Verbindungen ursprünglich getrennter Kanalhöhlräume), nicht den *Sporosacs*, sondern nur einem Theil ihrer beiden Zellschichten sind die Genitalien der Medusen homolog. Hydranth, Spiralpholyp und *Sporosac* bilden alle drei ein Homologon der gesammten Meduse.

Durch die Theorien Allman's und Wright's sind die geltend gemachten Ansichten über die Individualitätsverhältnisse der Hydromedusen (in der Gegenbaur'schen Begrenzung<sup>1)</sup>) und ihre

<sup>1)</sup> Ibid., p. 86.

richtige tectologische Vergleichung vermehrt worden, und lassen sich die nach diesen möglichen Vergleichungen in folgendes Schema bringen:

Morphologischer Werth des Gesamtindividuums.				Morphologischer Werth der Gonosome (Allman) bei den			
Medusiformes	Siphonophora	Hydriformes		Medusiformes	Siphonophora	Hydriformes	
cornus. Individualitätsordn. IV. (z. Th.) Allman.	=	cornus IV.	a. sessil b. freiwertend	Sporosacs III. von Personenwerth (blasti) sich lös. Medusen III. (prosopa)	= id. III. =	id. III. id. III.	= id. III. =
Person III.	=	Person III. Wright	a. b.	Geschlechtsorgane II. Medusen III.	= id. II. =	id. II. id. III.	= id. II. =
Person III.	=	Person III. Metschnikoff	a. b.	Geschlechtsorgane II. Medusen III.	= id. II. =	sporosacs III. id. III.	= id. III. =
Person III.	<	cornus IV. Haeckel Leuckart Kölliker	a. b.	Geschlechtsorgane II. Medusen III.	< id. III. =	sporosacs III. id. III.	< id. III. =

\*

<sup>1)</sup> Zur Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren. 1869.

Ueber Arbeitstheilung in Natur- und Menschenleben. 1869.

<sup>2)</sup> Ueber den Polymorphismus der Individuen oder die Erscheinung der Arbeitstheilung in der Natur. 1851.

<sup>3)</sup> Die Schwimmpolypen von Messina. 1852.

<sup>4)</sup> Beiträge zur Kenntniss der Siphonophoren und Medusen. 1871.  
Studien über die Entwicklung der Medusen und Siphon. Zeitschr. f. wissensch. Zool. XXIV. 1874, p. 38.

Die morphologischen Befunde begünstigen weder die Individualitätentheorie Allman's, noch die Wright's. Was für dieselben zu sprechen scheint, erweist sich bei näherer Betrachtung als Täuschung oder doch einer ungezwungeneren Deutung fähig. Nun fragt es sich aber, ob nicht vielleicht phylogenetische Gründe, deretwegen doch schliesslich solche Auffassungen geltend gemacht werden, dringend für ihre Annahme sprechen. Ich denke, nein. Beide Deutungsweisen wollen die Gleichheit zwischen Medusen und Polypen erläutern und damit ihre directe Abstammung von einander, den sog. Generationswechsel, fasslicher machen. Wright zieht Parallelen zwischen allen einzelnen Theilen der beiden Formen, Allman sucht mit seiner Darstellung die gleichen Sexualverhältnisse bei Medusen, wie Polypen nachzuweisen.

Mit der alleinigen Constatirung eines Generationswechsels, d. h. der in einem bestimmten Turnus aufeinanderfolgenden Entstehung von unter sich verschiedenen, theils geschlechtlichen, theils ungeschlechtlichen Generationen auf ungeschlechtlichem oder bezüglich geschlechtlichem Wege, ist noch keine Erklärung der That-sachen gegeben. Denn die oft sehr weit gehende Verschiedenheit der sog. zweiten Generation von der ersten scheint allen Grundsätzen einer ganz allmählichen Veränderung durch natürliche Züchtung zu widersprechen und vielmehr der Annahme einer „sprungweisen“ Entwicklung (Köl liker) günstig zu sein. Daher dient eine derartige Anschauungsweise vielmehr nur dazu, das thatsächlich Vorliegende in richtiger Weise aufzufassen und so eine feste Basis für Untersuchungen zu gründen, welche eine natürliche, phylogenetische Erklärung bezwecken.

Eine solche Erklärung ist aber noch keineswegs in allen den Fällen, wo ein sogenannter Generationswechsel angenommen wird, gefunden worden, und es ist möglich, ja wahrscheinlich, dass sehr verschiedene Ursachen den Verhältnissen zu Grunde liegen, welche insgesamt unter den Namen eines Generationswechsels begriffen werden.

Bei den Hydromedusen ist eine Erklärung für den unter ihnen in so prägnanter Form auftretenden Generationswechsel in dem Princip der sog. „Arbeitstheilung“ gegeben worden. Durch ihre Einwirkung auf die ursprünglich einander gleichen Nachkommen einer Stammform ist die oft so erstaunlich weit gehende Verschiedenheit der „Generationen“ entstanden. Die Annahme einer solchen, für Polypen wie Medusen gemeinsamen Stammform, aus deren morphologischen Veränderungen die Polypen-, wie Medusen-

form herzuleiten ist, ist eine unumgänglich nothwendige Hypothese, wenn man nicht die Entstehung so differenter Formen aus einander als von Anfang an bestehend, oder plötzlich unvermittelt aufgetreten, d. h. als überhaupt unerklärlich hinstellen will.

Freilich erscheinen die von einander abzuleitenden Formen der Polypen und Medusen zum Theil recht different, aber doch lässt sich der gemeinschaftliche Typus ihres Baus gar nicht verkennen. Dass dieser auch bereits seit lange zum Bewusstsein gelangt ist, kann man schon daraus ersehen, dass van Beneden, ehe die richtige Auffassung der Sexualverhältnisse bei den Hydroidpolypen durchgedrungen war, die frei werdenden Medusen für nichts Anderes, als junge, sich später festsetzende Polypen halten konnte, und durch ein einziges, hypothetisch construirtes Glied die Kette schliessen zu können glaubte, welche die Entwicklung junger Polypen aus alten vermittelst des Larvenstadiums der freien Meduse darstellen sollte.<sup>1)</sup>

Versucht man sich die Stammform der Hydromedusen zu reconstruiren, so ist natürlich in erster Linie zu berücksichtigen, dass diese von der Urform der Metazoen überhaupt, der Gastraea abzuleiten ist. Bei keinem Thierstamm erscheint ja die Abstammung von dieser so gesichert, wie bei den Zoophyten, wo das Vorkommen der Archigastrula in der Ontogenie weit verbreitet ist, und von denen eine Ordnung (Physemaria<sup>2)</sup>) zeitlebens im Gastrula-Stadium verharret.

Eine der nächsten Nachkommen der uralten Gastraea muss als die Stammform der Zoophyten, eine nicht weit von ihr entfernte als die der Hydromedusen angesehen werden. Bei jeder hypothetischen Construction der letzteren hat man zwischen drei Möglichkeiten zu wählen.

Entweder war diese schon entschieden polypoid, ihre nächsten Nachkommen waren Polypen, und die Medusen haben sich erst später aus diesen entwickelt.

Oder sie war ganz medusoid, die Medusen sind die primären, die Polypen die secundären Nachkommen.

Oder schliesslich, es war eine intermediäre, zwischen Polypen und Medusen stehende Form, und Polypen, wie Medusen haben

---

<sup>1)</sup> Recherches sur l'embryogénie des Tubulaires. Mém. de l'acad. roy. de Belgique XVII. 1844. Pl. II, F. 26.

<sup>2)</sup> Haeckel, Studien zur Gastraea-Theorie. 1877. III. Die Physemarien, Gastraeiden der Gegenwart.

sich von ihr aus nach zwei verschiedenen Richtungen hin entwickelt.

Die letztere Annahme scheint mir manche Gründe für sich zu haben. Denn der lange Weg vom wenig differenzirten, festsitzenden Polypen bis zur hochausgebildeten, freischwimmenden Meduse wird wesentlich abgekürzt durch die Annahme einer Mittelform.

Es scheint mir nicht unberechtigt, ein Wesen als Stammform anzunehmen, welches die Charaktere beider Formen in möglichst neutraler Weise in sich vereinigt. Von dieser können sich dann durch die Wirkung der Arbeitstheilung und durch verschiedene Anpassung hier die einen, dort die andern in specieller Weise ausgebildet haben. Viel schwieriger ist — um die durch fortgesetzte, weitgehende Arbeitstheilung sehr different gewordenen Siphonophorenpersonen hier, wo es sich um die Grundformen handelt, fortzulassen — zu verstehen, wie sich aus dem Polypen allmählich die Meduse, oder umgekehrt entwickelt hat, als die Entstehung beider aus einer zwischen ihnen stehenden, die Basis für zwei divergente Organ-Entwicklungsreihen gewährenden Form.

Eine solche scheint sich mir aber in einer gastrula darzubieten, deren Wandung unter Betheiligung beider primären Keimblätter etwa in der Mitte zwischen oralem und aboralem Pol in eine Anzahl nicht scharf getrennter, sondern mit ihren Basen zusammenfliessender Fortsätze ausgezogen ist. Die erste Anlage dieser Fortsätze kann man sich, in der Weise, wie es schon von Koch angegeben hat<sup>1)</sup>, als eine anfangs solide Wucherung des Ectoderms vorstellen, welche sich an einigen Stellen stärker hervorwölbte und hier eine Ausbuchtung des auskleidenden Entoderms zur Folge hatte.

Diese Urform muss dabei, wie alle Gastraeiden und alle heutigen Zoophyten, bereits sexuell differenzirt gewesen sein.<sup>2)</sup> Und zwar werden sich, den bei Hydromedusen gemachten Beobachtungen zufolge, die Eier aus Entoderm-, die Samenfäden aus Exodermzellen entwickelt haben. Der gonochoristische Charakter aller Hydromedusenpersonen<sup>3)</sup> macht auch die geschlechtliche

<sup>1)</sup> Jenaische Zeitschr. f. Nat. VII. 1873.

<sup>2)</sup> Cf. Haeckel, Gastraea-Theorie, p. 219.

<sup>3)</sup> Hydra scheint allein hiervon, wie überhaupt von der Esexualität aller Hydranthen eine Ausnahme zu machen. Jedoch weist bei ihr die scheinbare Entstehung der Eier aus dem Exoderm auf eine äusserste Reduction sprossender Geschlechtsthierie hin (cf. Gegenbaur, Grundriss der vergl. Anat. 1874, p. 119, Claus, Grundzüge der Zoologie. 1876, p. 218).



Trennung bei ihrer speciellen Stammform wahrscheinlich. Die ihr jedenfalls sehr ähnliche Stammform aller Acalephen muss dagegen noch hermaphroditisch gewesen sein.

Schliesslich sind der Stammform noch die für alle Acalephen durchweg charakteristischen Nesselzellen<sup>1)</sup> beizulegen. Ueber den Hauptsitz derselben wird man kaum zweifelhaft sein: da, wo sie am leichtesten und meisten die Beute berühren können, da, wo sie bei so vielen Hydroidpolypen dichte Knöpfe bilden, an den sich ringsum ausbreitenden Armen.

Die Frage nach der Natur der Stammform spitzt sich nun aber dahin zu, ob dieselbe frei oder festgeheftet war.

Nimmt man überhaupt eine Intermediärform als Ausgangspunkt an, so kann man sich nur für das Erstere entscheiden. Denn eine definitiv festgesetzte Form würde sofort zum echten Polypen werden.

Mit dem gänzlichen oder theilweisen Verschwinden der *Gastrea*-Ectodermgeisseln begann die Stammform sich mittelst ihrer Arme fortzubewegen, vielleicht auch vorübergehend mit dem aboralen Pole festzusetzen. Von diesem Verhalten aus lässt sich wiederum nach der einen Seite hin die definitive, lebenslängliche Festsetzung der Polypen, nach der andern die freiere Beweglichkeit der Medusenformen ableiten. Ausser dem intermediären Charakter einer solchen Lebensweise ist es aber auch ein anderer Grund, dessentwegen ich für die Annahme einer freien Hydro-medusenstammform sprechen möchte, und den ich gleich erwähnen werde.

Zunächst muss die Frage beantwortet werden, ob für die Möglichkeit der einstigen Existenz einer derartigen Stammform empirische Erfahrungen sprechen. Es wird stets die Wahrscheinlichkeit einer hypothetisch construirten Urform erhöhen, wenn sich unter den noch jetzt lebenden Descendenten solche finden lassen, welche das in der Phantasie entworfene Bild möglichst getreu wiedergeben.

Und in der That finden wir eine noch jetzt existirende, der angenommenen in den Hauptsachen entsprechende Intermediärform in der merkwürdigen *Eleutheria* (Quatrefages und Krohn).

Wenn diese Ocellen besitzt, und die vom progaster ausgehenden, in Tentakel verlängerten Hohlräume durch einen

<sup>1)</sup> Ibid., p. 220.

Monographie der Kalkschwämme I, p. 458.

Ringkanal verbunden sind, so sind dies, wie Hincks hervorhebt <sup>1)</sup>, secundäre, durch Anpassung nach der medusoiden Richtung hin erworbene Complicationen. Auch bei den sprossenden Medusen bildet sich der Ringkanal erst spät durch Zusammenfließen ursprünglich völlig getrennter Kanalhöhlräume.

Die Eleutheria ist eine so augenscheinliche Zwischenform, dass sie, obwohl gewöhnlich als „Meduse“ ihres Polypen, der *Clavatella prolifera* Hincks <sup>2)</sup>, bezeichnet, von Hincks doch mit vollem Recht „a free polypite“ genannt wird. Man braucht nur den Stiel, der die Eleutheria-Sprösslinge mit der *Clavatella* verbindet, persistiren und die erwähnten secundären Organe fehlen zu lassen, so erhält man eine reguläre Polypenform, welcher sich diejenigen Polypen unmittelbar anschliessen, deren Tentakelbasen, wie bei *Clavatella* und *Campanulina*, durch eine Membran verbunden sind. Denkt man sich dagegen den schwachen Umbrellaransatz zwischen Aboralpol und Cirkelkanal verlängert und die Gallertsubstanz entwickelt, so ergibt sich die Form einer wahren Meduse. <sup>3)</sup>

Auch die exceptionelle Lage der Geschlechtsproducte bei der Eleutheria spricht für ein Bewahren ursprünglicher, bei den Leptomedusen durch Anpassung abgeänderter Verhältnisse

Die reifen Eier liegen bei ihr bekanntlich am Apicalpol zwischen der äusseren Bedeckung und der Magenspitze (zwischen Exoderm und Entoderm, Krohn). Durch eine einfache interradiale Verschiebung der Entwicklungsstelle der Eier nach abwärts gegen die Mundöffnung hin gelangt man zum Sitz der Geschlechtsorgane bei Oceaniden Ggb. Bleibt sie höher an den Umbiegungsstellen der Radien in den Magen Grund, wobei sich diese zugleich mit der Bildung eines Gallertzapfens als „Magenstiel“ ausdehnen, und breitet sie sich von da in die Radien aus, so entspricht dieses Verhalten dem Sitz der Genitalien bei Geryonopsiden, reducirt

<sup>1)</sup> British-Hydroids, p. 72: „The only additional elements besides are the circular canal and the ocelli, which may be regarded as simple organs of sense and the natural accompaniments of a free and independent existence.“

<sup>2)</sup> Ob die *Eleutheria dichotoma* Qu. Ann. d. sciences nat. XVIII von der *Eleutheria* Krohn, Wiegmann's Archiv. 1861, *Clavatella prolifera* Hincks wirklich verschieden ist, erscheint noch zweifelhaft. Jedenfalls sind beide ganz nah verwandte, bis auf kleine Einzelheiten gleich gebaute Formen.

<sup>3)</sup> Ueber die Homologie der Radiärkanäle mit Tentakelhöhlräumen cf. Hincks, p. XXXIII.

sie sich auf die Radien, so ergibt sich dadurch der bei Eucopiden, Thaumantiaden und Acquoriden.

Der Sitz der Genitalien bei *Eleutheria* ist also als ein Centrum zu betrachten, von welchem aus durch radiale oder interradiale, in Folge der Entwicklung einer festen Gallertscheibe nöthig gewordene Verschiebungen sich die differenten Lagen derselben bei den übrigen Leptomedusen ableiten lassen.

Dass in den Radiärkanälen die Eier nicht in der oberen, sondern in der unteren Hälfte ihres Querschnittes entstehen und nicht gegen die *umbrella*, sondern die *subumbrella* hin austreten, wird durch die Verwachsung der Radiärkanäle mit der *umbrella* und den Widerstand der stark entwickelten, der *Eleutheria*, gleich der Stammform noch fehlenden Gallertsubstanz leicht erklärlich.

Nicht nur die Morphologie, sondern auch die Lebensweise der *Eleutheria* trägt den intermediären Charakter, welcher der hypothetischen Stammform zugeschrieben wurde. Sie ist frei beweglich, kriecht jedoch gewöhnlich langsam und unbehülflich auf den Meerespflanzen umher, es fehlen ihr noch die ausgiebigen Locomotionsorgane, vor Allem die entwickelte Schwimglocke der *umbrella*, welche sich die Medusen phylogenetisch im Kampf um's Dasein erworben. Man findet sie aber auch nicht selten mit dem aboralen Pole festsitzend und so vorübergehend eine Existenz führend, welcher sich die Polypen für Lebenszeit angepasst haben.

Dem Einwurf, dass mit einer kriechenden Fortbewegungsweise der Stammform sich bald eine bilaterale Symmetrie geltend gemacht haben würde, könnte man entgegenen, dass auch die kriechende *Eleutheria* nicht bilateral symmetrisch ist, und dass etwaige Anfänge zur Ausbildung bilateraler Symmetrie bei der Stammform, vielleicht als stärkere Ausbildung eines Antimers, bei den Descendenten durch Anpassung an die sessile Lebensweise, resp. die den Medusen eigenthümliche Art der Fortbewegung, wieder verwischt werden konnten. Die letztere ist nichts als ein Aufschnellen von unten nach oben, ohne bestimmte seitliche Richtung. Eine solche wird nur durch die Strömung des Wassers gegeben. Uebrigens existiren in der That einzelne bilateral symmetrische Medusen (*Steenstrupia*, *Euphysa*, *Hybocodon* s. u.). Von den Siphonophorenpersonen sind viele bilateral symmetrisch.

Von Koch <sup>1)</sup> spricht für die Annahme einer sessilen, poly-

---

<sup>1)</sup> L. c.

poiden Stammform, aus der die Medusen secundär abzuleiten wären, weil letztere sich nur schwer mit anderen Thierklassen verknüpfen liessen.

Aber auch durch die Annahme einer der entworfenen ähnlichen Intermediärform wird den nahen, morphologischen Beziehungen der Hydroiden zu Schwämmen und Korallen (zu welchen letzteren besonders die Milleporen überleiten) kaum weniger Rechnung getragen.

Der Hauptunterschied der von v. Koch angenommenen Stammform und der, die ich befürworten möchte, liegt nur in der sessilen gegenüber der freien Lebensweise. Und dem entsprechend wird die Deduction des Stammbaums der Zoophyten hauptsächlich nur darin verschieden, dass die Festsetzung der im Uebrigen gleichen Urformen erst später angesetzt wird. Nämlich erst für die speciellen Stammformen der Spongien, Korallen und Hydroiden, während aus der Annahme einer festsitzenden Hydromedusenstammform ein Festsitzen bereits der Urform der gesammten Acalephen und somit auch aller Zoophyten folgert.

Bei ersterer Annahme können auch die freien Siphonophoren und Ctenophoren <sup>1)</sup> (vielleicht auch ein Theil der Medusen ohne Polypengeneration?), sowie die nur ganz lose angehefteten Lucernarien direct ohne Unterbrechung durch eine sessile Zwischenform aus einer Reihe freier Stammformen abgeleitet werden.

Für die freie Lebensweise der Hydromedusenstammform möchte ich nun aber besonders auch deshalb sprechen, weil sich mit dieser Annahme erklären lässt, warum gerade nur die sexuell differenzirten Personen vieler Hydroidenstöcke frei werden und sich im hohem Grade ausbilden.

Die Hydromedusenstammform, sexuell differenzirt, wie jetzt nur noch ein Theil ihrer Nachkommen, vermehrte sich daneben durch Sprossung, wie noch jetzt die Polypen, zum Theil auch die Medusen — unter ihnen wieder, falls man sie wirklich eine Meduse nennen will, ihrem Charakter entsprechend auch die Eleu-

---

<sup>1)</sup> Die Ctenophoren möchte ich wegen ihres Hermaphroditismus, des Fehlens von Stockbildungen unter ihnen, und ihres ganz eigenthümlichen promorphologischen Charakters, in Folge dessen sie „den achtstrahligen Alcyonarien durch ihren Bau näher verwandt sind, als den vierstrahligen Hydromedusen“ (Haeckel, Gener. Morphol. I, p. 484), als eine schon früh abgezwigte Klasse der Acalephen halten.

theria — und wie viele niedere Thiere überhaupt.<sup>1)</sup> War die Stammform frei, so wurden es zunächst auch alle ihr anfangs noch gleichen Sprossen, und erst später wurde ein Theil sessil. Hierdurch entstand zunächst ein echter, schwimmender Cormus.

Diejenigen Sprossen, welche sich immer noch vom Stocke lösten, blieben der Stammform zunächst noch am ähnlichsten. Gleich ihr lebten sie frei weiter und gleich ihr blieben sie sexuell differenzirt. Dagegen entfernten sich die anderen bereits weiter von der Stammform, wurden zu sessilen Personen und differenzirten sich durch die Wirkung der Arbeitstheilung unter Verlust der Sexualität zu blossen Nährpersonen, bei den Siphonophoren auch noch weiter behufs der speciellen Ausübung anderer Functionen. Die gleich der Stammform frei und sexuell bleibenden Sprossen konnten dann durch natürliche Züchtung allmählich zu leichter und freier Bewegung, vor Allem durch die Ausbildung der der Stammform wie den „Polypen“ fehlenden Schwimmglocke, zu besserer Orientirung etc. befähigt werden und sich so in höherer, für ihr Freileben günstiger Weise ausbilden.

Dieses Verhalten blieb bei vielen, gleich dem Stammcormus frei bleibenden Siphonophorenstöcken und vielen, selbst sessil gewordenen Hydroidencormen. Bei einem andern Theil der — schwimmenden wie festgehefteten — Cormen wurden sämtliche Personen nach und nach sessil. So konnten die sexuell gebliebenen Personen durch fortgesetzte Arbeitstheilung schliesslich zu blossen Gemmen herabsinken.

Dagegen erscheint mir der von v. Koch für das Zusammenfallen der Lösung mit der Sexualität angegebene Grund, dass durch das Erhalten der Sexualität gerade nur der sich lösenden und frei weiter lebenden Nachkommen einer ursprünglich sessilen

---

<sup>1)</sup> Die aus den Eiern entstehenden Personen waren anfangs natürlich sämtlich auch sexuell differenzirt. Denn da der Zerfall der Personen der Hydromedusenstöcke in sexuelle und esexuelle, d. h. eben der Generationswechsel, als allmählich — und zwar durch die Wirkung der Arbeitstheilung — entstanden und nicht als von jeher vorhanden erklärt werden muss, kann ich durchaus nicht dem von Kleinenberg (Hydra 1872, p. 33) ausgesprochenen Satz beipflichten: „Ursprünglich scheint bei den Hydromedusen allgemein das Verhältniss bestanden . . . . zu haben, dass die aus den Eiern hervorgegangenen Individuen selbst niemals Eier und Samenkörper produciren, sondern sich nur ungeschlechtlich durch Knospung oder Theilung fortpflanzen, und erst die nächste oder eine später ungeschlechtlich erzeugte Generation wieder geschlechtsreif wird.“

Stammform eine Inzucht erschwert sei, nicht ganz befriedigend. Denn eine solche hätte ja gleich durch denselben Ausweg vermieden werden können, den wir fast überall da eingeschlagen sehen, wo die sich ursprünglich lösenden Sexualpersonen später sessil geworden sind, nämlich dass die sich bildenden Stöcke dioecisch wurden.

Abgesehen hiervon aber findet sich Monoecie und selbst Hermaphroditismus unter den Zoophyten so allgemein verbreitet (Schwämme, Korallen, Ctenophoren, die monoecische Hydra selbst), dass eine Inzucht unter ihnen kaum schädlich sein, noch weniger den Grund zu so eigenthümlichen Erscheinungen, wie dem regelmässigen Zusammenfallen der Sexualität mit der Lösung abgeben kann.

Dass der Uebergang von einem sich lösenden zu einem sessil bleibenden Spross — vom prosopon zum blastus — absolut nichts Gewaltames an sich hat, zeigen noch heut vor den Augen des Beobachters sich abspielende Vorgänge: Hincks beobachtete die Lösung von Obelia- und Clytia-Medusen in sehr verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung, theilweise sogar mit schon reifenden Ovarien.<sup>1)</sup> Agassiz constatirte bei *Coryne mirabilis* selbst ein Lösen oder Sessilbleiben der Gemmen je nach dem Einfluss der verschiedenen Jahreszeit<sup>2)</sup> und Hincks glaubt dasselbe für *Podocoryne proboscidea* annehmen zu können.<sup>3)</sup>

Die Stammform blieb nun theils frei und wurde in diesem Zustande zum cormus, theils setzte sie sich während des Proliferirens fest. Durch entsprechende Anpassung an diese Lebensweisen differenzirten sich die cormen dann weiter. Hierdurch gewinnen wir die Ausgangspunkte für Siphonophoren- und Hydroidencormen.

Auch die Annahme der Festsetzung einer ursprünglich freien Form hat ebenso wenig etwas allzu Gewagtes, als die des Sessilwerdens ursprünglich sich lösender Sprossen, da sich auch hier verbindende Mittelglieder finden.

Die Eleutheria heftet sich nicht selten mit ihrem aboralen Pol fest, so dass sie dann „wie ein kleiner Polyp“ aussieht<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> British Hydroids, p. 143, 147.

<sup>2)</sup> Contributions. 1862. IV, p. 189.

<sup>3)</sup> O. c., p. 317.

<sup>4)</sup> Keferstein u. Ehlers, zoolog. Beiträge 1861.

und ihr Entdecker Quatrefages diese Stellung für die gewöhnliche bei der Fortbewegung halten konnte.<sup>1)</sup>

Die Lucernarien, deren ganzer Bau einen sehr medusoiden und zum Theil der Eleutheria ähnlichen Charakter trägt<sup>2)</sup>, sind zwar mit ihrem aboralen Pol festgeheftet, aber so verschieden von der Anheftungsweise der Polypen und so oberflächlich, dass gewöhnlich eine starke Erschütterung oder sonstige Beunruhigung genügt, um sie zu bewegen, ihren Platz auf den Algen, an denen sie sich festgesetzt, aufzugeben und sich zu Boden fallen zu lassen.

Auch die Hydra ist nur lose mit ihrer Basis angeheftet, ihre Sprossen reissen sich vom Stocke los, indem sie zuweilen die Tentakel an in der Nähe befindliche Gegenstände heften, somit ganz dieselbe Stellung annehmen, wie die kriechende Eleutheria, und setzten sich nach ihrer Freiwerdung wieder fest.

In der Ontogenie der Hydroiden sind die ersten phylogenetischen Vorgänge naturgemäss am meisten abgekürzt und verwischt. So fehlt allermeist das Bild der Stammform, so ist die aus der Flimmerlarve sich bildende Person gleich ein esexueller Hydranth, so sprosst jede Person des sich entwickelnden Stockes gleich mit der speciellen Differenzirung, bezüglich denjenigen secundären Organisationsmängeln, welche phylogenetisch erst ganz allmählich durch Aus- und Rückbildung in Folge von Arbeitstheilung und Anpassung entstanden sind.

Bei einer Familie aber, den Tubularien, findet sich eine kriechende, Eleutheria-ähnliche Form in der Ontogenie in frappirender Weise wieder, und gerade hierin möchte ich eine neue

<sup>1)</sup> Mémoire sur l'Eleutheria dichotoma. Ann. sc. nat. XVIII. 1842, berichtigt von Krohn. Wiegmann's Archiv f. Nat. 1861.

<sup>2)</sup> W. Keferstein, Untersuchungen über niedere Seethiere. 1862, p. 18 führt aus: „wie in allen wesentlichen Theilen diese so anormal scheinende Gattung mit den Medusen übereinstimmt, so dass man sich eine richtige Vorstellung von ihrer Form und der Anordnung ihrer Organe macht, wenn man sie sich wie eine noch festsitzende, gestielte Medusenknospe denkt, bei der der Magen bereits gebildet und am Ende geöffnet ist, bei welcher aber die Radiärkanäle noch eine sehr grosse Breite haben und durch schmale Querwände von einander geschieden sind, welche dann in diesem Zustand der Entwicklung stehen bleibt, auswächst und im Verlaufe der Radiärkanäle Geschlechtsorgane entwickelt.“ Die allen Bemühungen zum Trotz bisher noch unentdeckt gebliebene Ontogenie dieser merkwürdigen Thiere könnte vielleicht ein helles Streiflicht auf die Phylogenie der Hydromedusen werfen.



Stütze für die Annahme einer Eleutheria-ähnlichen Stammform der Hydromedusen erblicken.

Die den weiblichen Medusoidgemmen der Tubularien entschlüpfte Larve, von Allman mit dem Namen *Actinula* belegt, ist nicht, wie gewöhnlich, eine flimmernde Planulaform, besitzt vielmehr bereits Tentakel, ein manubrium mit Mundöffnung und einen kurzen Hydrocaulus. Diese Larve kriecht genau wie die *Eleutheria*, den Mund gegen die Bodenfläche gewendet, mit Hülfe der Tentakel umher, um sich schliesslich mit dem aboralen Pol, ganz so, wie es die *Eleutheria* vorübergehend thut, festzusetzen und in dieser Stellung zum Polypen zu werden.<sup>1)</sup>

Vergleicht man die von Allman gegebene Abbildung der kriechenden *actinula*<sup>2)</sup> mit einer in gleicher Stellung befindlichen *Eleutheria*,<sup>3)</sup> so muss die Uebereinstimmung zwischen beiden auffallen.

Claparède's Annahme, dass sich die junge *actinula* mit dem Theile, den er übrigens treffend „mit dem manubrium der echten Quallen“ vergleicht, festsetzt<sup>4)</sup>, wurde von Allman berichtigt.<sup>5)</sup> Dem Ausspruche Claparède's, dass der Tubularienpolyp eine „festsitzende Meduse“ ist, schliesse ich mich auch in phylogenetischem Sinne insofern an, als ich ihn für einen sessil gewordenen Descendenten einer ursprünglich freien Stammform halte. Nur sitzt derselbe nicht mit dem Munde, sondern vielmehr, genau wie die sich anheftende *Eleutheria*, mit dem aboralen Pol fest.

Bei einer Anzahl Hydromedusen fehlt schliesslich die gesamte Bildung eines Stockes mit sexuellen und esexuellen Personen, und erstere entwickeln sich allein, ausgerüstet mit den speciell erworbenen Eigenschaften. In vielen Fällen ist hier wohl abgekürzte Vererbung im Spiel, nicht ausgeschlossen ist aber die Möglichkeit, dass sich der durch Arbeitstheilung entstehende Polypenstock auch phylogenetisch überhaupt nicht differenzirt

---

<sup>1)</sup> Kleinenberg (*Hydra*, p. 81), hält es für nicht passend, diese Jugendform der Tubularien mit einem besonderen Namen zu belegen, weil sie von dem ausgewachsenen Thier nur unbedeutend verschieden sei. Meiner Ansicht nach ist aber auf dieses sich frei bewegende Jugendstadium so viel Gewicht zu legen, dass ihm wohl ein besonderer Name gebührt.

<sup>2)</sup> *Tubularian Hydroids*. Pl. XX, F. 4.

<sup>3)</sup> *Ib.* Pl. XVIII, F. 4.

<sup>4)</sup> Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte wirbelloser Thiere an der Küste der Normandie. 1863, p. 3.

<sup>5)</sup> *O. c.*, p. 90.

und die freischwimmende Meduse allein aus der kriechenden Stammform entwickelt hat. Man darf nicht vergessen, dass gerade im Gebiet des sogenannten „Generationswechsels“ gleich scheinende Endresultate auf sehr verschiedenen Wegen erreicht sein können.

Will man das Princip der Arbeitstheilung für die Erklärung der Verwandtschaft zwischen den verschiedenen Formen der Hydromedusen-Personen gelten lassen, so sind die Ausdrucksweisen erste und zweite Generation, sowie Generationswechsel selbst eigentlich nicht ganz zutreffend.

Die solitären Medusen sind in phylogenetischem Sinne keine auf den Polypencormus generisch folgende, von ihm abstammende Tochterreihe. Vielmehr sind sie mit jedem am Stock sprossenden Polypen zu parallelisiren und in eine Generation mit ihm gehörig, als ihm gleichwerthige, nur in Folge der Arbeitstheilung different gewordene Schwestersprossen. Nur scheinbar, durch die zufällige Verästelung des Stockes, stehen sie, ganz ebenso wie die Polypenpersonen unter sich, in verschiedenem Verwandtschaftsverhältniss zu den einzelnen Polypen.

Alle das Geschwisterverhältniss zwischen Polypen und Medusen undeutlich machenden Umstände, das spätere, zu einer bestimmten Zeit eintretende Erscheinen der Medusensprossen, die Differenzirung von besonderen Trägern (blastostyli) sind phylogenetisch secundär erworbene, hierfür unwesentliche Eigenthümlichkeiten.

Sonach findet auch eigentlich kein Wechsel, sondern vielmehr ein Nebeneinanderentstehen differenter Geschwisterreihen statt.

Wollte man trotzdem die Ausdrücke erste und zweite Generation anwenden, so wäre es jedenfalls correcter, die sexuell differenzirt gebliebene Form die erste zu nennen (wie dies bei Botanikern üblich ist), da sie der Stammform in geschlechtlicher Beziehung, worauf es hier vor Allem ankommt, am nächsten steht.

Bei der Annahme einer freien Hydromedusenstammform (*Actinaea*, aus *Actinula*) würde sich ihr Stammbaum etwa folgendermassen gestalten:



Natürlich macht der hier angetretene Versuch in keiner Weise Anspruch auf grössere Sicherheit als andere, bereits durchgeführte. Er soll vielmehr hauptsächlich nur zeigen, wie etwa, ohne den Personenwerth der Polypen und Medusen anzutasten, die Verwandtschaft zwischen beiden auf Grund der Descendenztheorie erklärt werden kann.

Schliesst man sich nun der Allman'schen Theorie über die Sexualverhältnisse bei den Medusen an — eine Auffassung, die sich nur sehr gezwungen in den Rahmen der morphologischen Thatsachen hineinpassen lässt —, so wird die Phylogenie statt klarer nur um so verwickelter.

Die Gegenbaur'sche Erklärung der sessilen Geschlechtsgemmen an Polypen als Personen stellt alle früher in sexueller Beziehung in vielfache Kategorien eingetheilte Polypen<sup>1)</sup> auf eine Stufe, bestimmt alle Hydranthen als ungeschlechtlich. Die Auffassung Allman's trennt im Gegentheil nahe stehende Medusen als zum Theil Personen, zum Theil weitgehend differenzirte Cormen und erklärt dieselben theils als sexuell, theils als „not directly sexual.“

Die phylogenetische Entstehung beider müsste sonach eine ganz andere sein. Die Gonochemen wären, der gewöhnlichen Auffassungsweise gemäss, als solitäre, geschlechtlich differenzirt gebliebene Nachkommen der Stammform zu betrachten. Die Entstehung der Blastochemencormen müsste dagegen von Neuem aus der Bildung eines cormus ursprünglich gleichgebildeter, sämtlich sexueller Blasten hergeleitet werden und liesse sich als Ausgangspunkt die proliferirende Meduse wählen. Es wäre aber dabei sehr schwer erklärbar, wie einzelne Personen die geschlechtliche Function übernommen hätten und durch fortgesetzte Arbeitstheilung zu blossen Gemmen gleich den sporosacs der Polypen herabgesunken wären, ohne dass sich auch eine Differenzirung für andere specielle Functionen, vor Allem in der Bildung blosser Nährpersonen geltend gemacht hätte. Es wäre ein sehr merkwürdiges Factum, dass der so gebildete Stock mit einer esexuellen und mehreren Sexualpersonen den solitären Sexualpersonen der übrigen Medusen so sehr ähnlich geblieben oder geworden sein sollte.<sup>2)</sup>

---

<sup>1)</sup> Cf. hierfür besonders: Van Beneden, Recherches sur l'embryogénie des Tubulaires. Mém. de l'ac. roy. d. Belgique XVII. 1848.

<sup>2)</sup> Allman selbst scheint dies gefühlt zu haben und zu der Ansicht hinzuneigen, dass vielleicht alle Craspedoten als Cormen zu betrachten seien. Denn nach der Beschreibung der Geschlechtsorgane an der als Typus einer

Der Vorthail, den die Allman'sche Theorie für die Erklärung einer directen Abstammung der Aeginiden von Geryoniden darzubieten schien, fällt mit der Erklärung der anscheinenden Sprossung als Parasitismus. Aber selbst wenn eine unmittelbare Verwandtschaft zwischen diesen oder anderen Medusengeneris bestände, würde eine Erklärung hierfür durch die Auffassung der proliferirenden Generation als ungeschlechtlicher Blastochemen in keiner Weise gegeben sein. Denn, wie gesagt, genügt die blossе Constatirung der Abstammung geschlechtlicher Generationen von ungeschlechtlichen zur Erklärung derartiger Facta keineswegs.

Die Wright'sche Auffassung des gesammten Hydractinia-cormus als einer einzigen Person, seiner der Ausübung verschiedener Functionen entsprechend ausgebildeten Personen als Organe und die Gleichsetzung dieses gesammten Stocks mit einer Meduse (Wright nennt die Hydractinia geradezu: „a zoophyte intermediate in its form and structure between the true zoophyte and the acaleph“) schliesst eine Erklärung der Abstammung von Polypen und Medusen von einander durch Arbeitstheilung von vorn herein aus.

Der von ihm gezogenen Parallele zwischen dem Generationswechsel der *Atractylis ramosa* und den bei Aphiden vorkommenden geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Fortpflanzungsweisen fehlt dagegen jede wahre Homologie, abgesehen davon, dass durch eine solche Auffassung absolut keine Erklärung des Vorganges gegeben würde.

Bekanntlich werden die mit wirklichen weiblichen Geschlechtsorganen ausgerüsteten viviparen Aphiden jetzt als der Befruchtung nicht bedürftige Weibchen angesehen <sup>1)</sup> und derartige Fortpflanzungsweisen als Parthenogenesis bezeichnet.

Ausserdem werden durch die Wright'schen Parallelisirungen die verschiedenen Polypen und Medusengenera in Bezug auf ihre Tectologie ganz willkürlich getrennt. Die Polypenstöcke sind

---

Gonochrome aufgestellten *Oceania coronata* (= *Tiara pileata* Forsk?) sagt er ausdrücklich, er bestreite nicht die Möglichkeit, dass auch an dieser Meduse, und zwar an der Magenwand (manubrium) Geschlechtsgemmen („true buds, to which the development of the sexual elements may be confined“) auftreten könnten, und wenn dies der Fall sein sollte, so wäre auch sie unter die Blastochemen zu rechnen.

<sup>1)</sup> Cf. Claus, Ueber die Bildung des Insekteneies. Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1864.

theils Cermen, theils Einzelpersonen, die meisten Polypen ungeschlechtlich erzeugte Personen, die der Hydractinia etc. Organe; die Medusen der *Atractylis ramosa* sind sexuell gewordene und besonders differenzierte Polypen, während von der des *Eudendrium pusillum* ausdrücklich gesagt wird, sie sei „not as a sexual polyp“ zu erklären etc.

So meine ich, dass anatomische und ontogenetische, wie auch phylogenetische Gründe dafür sprechen die früher unbestrittene Auffassung sämtlicher Medusen als sexuell differenzierte Einzelpersonen auch fernerhin beizubehalten.

#### IV. Beobachtete Arten.

##### 1) *Clytia Johnstoni* Alder. T. II, F. 1—9.

Eucopidae Ggb. Oceanidae Ag. Thaumantiadae Forb.

*Sertularia volubilis*. Ellis und Solander. Zooph. 51.

Pl. IV. F. e, f. E. F. (Polyp.)

(nec *S. volubilis* Linné (= *Campanularia vol.*) cf. Hincks, p. 161.)

*Campanularia volubilis* Johnston. Brit. Zooph. 107—108,

F. 18. (Polyp).

— — Couch. Cornish Fauna pt. 3, 40. t. II, F. 11.

— — Gosse, Naturalist Rambles Dev. Coast. 296. t. 18.

— — Hincks, On reproduct. of Camp. Ann. Nat. Hist., July 1852.

Pl. III, F. 5. (Medusensprossung).

*Campanularia Johnstoni* (Polyp.) Alder, Ann. Nat. Hist.

Vol. XVIII, 2. Ser. 1856, p. 359. Pl. XIII. F. 8.

— — Alder, Catal. Zooph. Northumb. and Durham. Transact.

Tyneside natur. Club. 1857. V. 126. Pl. IV, F. 8.

— — Wright, Ed. New. Phil. Journ., April 1858. VI, Pl. VII,

F. 3. Proceed. roy. phys. soc. Ed. Vol. I, Pl. XIV, F. 5,

XIX. F. 3, 4.

— — Allman, Proc. roy. phys. soc. Ed., December 1858. VI.

Ann. and Mag. Vol. XIII, 3. Ser. 1864. Tubularian

Hydroids p. 35, F. 9 (Meduse).

*Clytia volubilis* (Polyp. Meduse) van Beneden. Mém. s. l.

Camp. de la côte d'Ostende. Mém. de l'ac. roy. d. Belg.

XVII. 1844. Bullet. de l'acad. roy. d. Belg. XIV. 1847.

Nro. 5, p. 457. Fig. 7 der Taf. Recherches sur la

Fauna litt. de Belgique 1866, p. 166. T. XIV, F. 1—10.

- Clytia Johnstoni*. Hincks, British Hydroid Zooph. V. I, p. 143.  
Vol. II, Pl. XXIV, F. 1 (Polyp. Meduse).
- Clytia bicophora*. A. Agassiz, Proc. Boston soc. N. H. IX,  
F. 14, 15. 1862. Illustrat. catal. of the. N. Am. Acalephae  
1865. p. 78, F. 108—111 (Polyp. Med.).  
L. Agassiz, Contributions Nat. Hist. U. St. 1862.  
IV, p. 304, 354. Pl. XXIX, F. 6—9 (Polyp).
- Platypyxis cylindrica*. L. Agassiz, Cont. Nat. Hist. U. St.  
IV. p. 307, F. 41, Pl. XXVII, F. 8—9.
- Campanularia* sp. Gegenbaur, Generationswechsel 1854,  
p. 13, T. I, F. 1, 2.
- Campanularia Gegenbauri*. Sars, Middelhavets Litt.  
Fauna. 1856—57, p. 48.
- Eucope campanulata*. } Gegenbaur, Zeitschr. f. wissen.  
*Eucope thaumantoides*. } Zool. 1857. p. 243—44. T. IX,  
*Eucope affinis*. } F. 9—13.
- Eucope picta* } Keferstein u. Ehlers, Zool. Beiträge.  
*Eucope exigua* } 1861. T. XIII, F. 11, 12, 13.
- Eucope variabilis*. Claus, Zeitschr. f. wissenschaft. Zool. 1864.  
T. XXXVIII, F. 9—13.
- Eucope gemmigera* (?). Keferstein, Unters. niederer Seeth.  
1862. T. II, F. 9.
- Thaumantias* sp. Busk, Transact. microsc. soc. Lond. III.  
1852, p. 22.
- Thaumantias dubia* n. sp. Köl liker, Zeitschr. f. wissenschaft.  
Zool. IV. 1853.
- Thaumantias Thompsoni* (?) } Forbes, British Medusae,  
*Thaumantias convexa* (?) } p. 49, Pl. XI. F. 5, p. 47,  
Pl. XI, F. 6.

<sup>1)</sup> Zur Gattung *Clytia*, ein von Lamouroux für eine Gruppe der Campanularien Lamarck (Anim. sans vert. II), Sertularien Linné aufgestellter Genusname, gehören nach van Beneden, L. Agassiz und Hincks diejenigen Campanulariiden, deren freie Medusen sich durch eine gewölbte Glockenform, durch eine ver-

---

<sup>1)</sup> Da Synonymie und Systematik der craspedoten Medusen noch vielfach unklar und unsicher erscheint, so hielt ich es für nicht überflüssig, bei den mit vielen verschiedenen Namen belegten Species etwas ausführlicher auf die über sie existirende Litteratur einzugehen. Jedenfalls bin ich bereits nach der Beobachtung weniger Medusen zu der Ueberzeugung gekommen, dass eine bedeutende Anzahl der aufgestellten Arten gestrichen werden muss.



hältnissmässig geringe Anzahl beweglicher Tentakeln und zwischen diesen liegende Sinnesbläschen auszeichnen. Allman behält für dieselbe Gruppe den alten Lamarck'schen Namen *Campanularia* bei, während er für die Campanulariiden mit sessilen Gemmen, die Campanulariae Hincks, den Gattungsnamen *Laeonidea* gebraucht. Van Beneden adoptirte zuerst, als er die Medusengemmation an der *Campanularia volubilis* Johnston entdeckte und die grosse Verschiedenheit ihrer Sprösslinge mit den anderen, bereits bekannten *Campanularia*-Medusen, den späteren Obelien, beobachtete, Lamouroux's Gattungsnamen für diese Hydroide. Hincks behielt dagegen, als auch er 1852 die Sprossung der jungen Meduse sah, wohl aus Unkenntniss der vorangegangenen van Beneden'schen Beobachtung den alten Namen *Campanularia volubilis* vorläufig noch bei. Die Artverschiedenheit der *Campanularia volubilis* Johnston mit der *Sertularia volubilis* Linné wurde von Alder constatirt, und ihr der Name *Campanularia Johnstoni* nach ihrem Entdecker beigelegt. So musste sie nach dem die Medusen berücksichtigenden Eintheilungsprincip von jetzt an den Namen *Clytia Johnstoni* führen. Auf dieselbe Species ist wahrscheinlich die *Campanularia* zu beziehen, deren Gemmation Gegenbaur in seinem Generationswechsel beschrieb, und der Sars den Namen *C. Gegenbauri* gab.

Nach der Agassiz'schen Systematik gehört die Meduse zu den Oceaniden, d. h. denjenigen Eucopiden Gegenbaur, deren Randkörper zwischen, nicht an den Tentakelbasen liegen.<sup>1)</sup> L. und A. Agassiz nennen sie nach der Weise amerikanischer Zoologen mit einem neuen Specisnamen *Clytia bicophora*. Von L. Agassiz wurde sie einmal für die ausgebildete Meduse der *Platypyxis* (*Clytia*) *cylindrica* gehalten und so beschrieben, da die neu entdeckten Sprösslinge der *Platypyxis* den jungen *Clytien* sehr ähnlich waren; ein Irrthum, der von A. Agassiz wieder berichtigt wurde.

Unter den Forbes'schen Thaumantiaden ist sicher eine oder mehrere mit *Cl. Johnstoni* identisch, da es gänzlich unwahrscheinlich ist, dass der englische Forscher diese so häufige Meduse nicht beobachtet haben sollte. Das angebliche Fehlen der Randbläschen

<sup>1)</sup> „The Eucopidae and Oceanidae have distinct eyes; but in the Eucopidae they are attached to the base of the tentacles, which in the Oceanidae they are free, and occupy along the circular tube a position which seems independent of the arrangement of the tentacles.“ *Contribut.* 1862. IV, p. 352. Anm. 2.

kommt, wie oben bemerkt, nicht in Betracht und die Ansammlung von Chyluskörperchen sammt der Entodermtinction in den Tentakelbulbis kann als Ocellarbildung beschrieben sein.

Die von Busk und Kölliker beschriebenen Thaumantiaden stimmen mit *Clytia Johnstoni* vollkommen überein. Nach dem Gegenbaur'schen System gehört die Meduse zu den Eucopiden, und hat der Begründer dieser Familie selbst drei ihrer Entwicklungsstadien unter verschiedenen Speciesnamen beschrieben. *Eucepe picta* und *exigua* Kef. und Ehl. sollen von diesen nur durch die Zahl der Tentakel resp. der Randbläschen verschieden sein, sind also mit ihnen und *Cl. Johnstoni* identisch. Schliesslich hat sie noch 1864 Claus auf Helgoland beobachtet und als *Eucepe variabilis* beschrieben. Nicht unmöglich ist es auch, dass *Eucepe gemmiger* Kef. mit der vielbenannten *Cl. Johnstoni* identisch ist. Denn dass die Geschlechtsorgane „in der Mitte der Radiärkanäle“ ihren Sitz haben sollen, halte ich für kein sicheres Unterscheidungsmerkmal und sonst wüsste ich nicht, warum die von Keferstein beobachtete Meduse „mit keiner bisher beschriebenen *Eucepe* zu verwechseln“ sein soll.

Durchmesser 2, 3 — etwa 9 Mm. (Claus).

Umbrella mit mässig entwickelter Gallertsubstanz und variabler Form. In der Jugend hochgewölbt, später von flacherer Glockenform. Zuweilen der freie Rand mehr viereckig, wobei die vier radialen Bulbi die Ecken bilden.

Subumbrella und velum stark entwickelt. Codonostom oft auch bei älteren Thieren ziemlich eng.

Marginalstrang sehr stark entwickelt, mit mehreren Zellschichten, an den Tentakeln zu fast kugelförmigen Bulben anschwellend. Marginalstrang, Bulbi und Tentakel, bei jungen Medusen auch die ganze umbrella mit länglichen Nesselkapseln bedeckt.

Vier Radiärgefässe; die untere Wand des Cirkelkanals mit geschichtetem, scharf vom Marginalstrang abgesetztem Epithel.

Der ziemlich quadratische Magenansatz unmittelbar unter der umbrella. Magen mit vier vorspringenden Kanten und eingebuchteten Seiten, das velum auch im ausgedehnten Zustand nicht erreichend. Contractil, jedoch in der Form wenig variabel. Die maschigen Entodermzellen ziemlich stark entwickelt. Lumen im Querschnitt kreuzförmig, Mund ganzrandig, durch die Einbuchtung der Magenseiten vierlippig erscheinend.

Die Entodermzellen der Bulbi gewöhnlich hellbraun tingirt.

Die Färbung anscheinend aber auch hier sehr variabel, da A. Agassiz von „black pigment cells in the bulb“ spricht.

Die jüngsten beobachteten Medusen, denen die Genitalien noch vollkommen fehlten, mit 4 radialen Tentakeln und 4 interradialen Anlagen, sowie 8 Randbläschen, je 1 zwischen 2 Tentakeln. In diesem Zustand lösen sie sich nach A. Agassiz vom Polypenstock ab. Die ältesten und grössten zur Beobachtung gelangten nur mit 16 Tentakeln. Die regelmässige Entwicklungsfolge derselben durch die abwechselnd stärkere und geringere Ausbildung der interradianen angezeigt.

In der Regel dieselbe Anzahl Randbläschen, diese jedoch nicht stets regelmässig zwischen den Tentakeln vertheilt, vielmehr zwischen 2 Tentakeln zuweilen 2 oder keins befindlich. Bei alten Exemplaren gewöhnlich nah an einem Bulbus liegend.

Claus fand sehr grosse Exemplare von 9 Mm. Durchmesser mit 24–28 Tentakeln und gleicher Anzahl Randbläschen.

Tentakel hohl, von geringer Dicke, Länge sehr variabel und zuweilen die Glockenhöhe übertreffend.

Die Randbläschen mit eigener Membran versehen und von den Zellen des Marginalstranges epithelartig überzogen. Zahl und Anheftungsweise der Concretionen ausserordentlich variirend (s. o.).

Geschlechtsorgane kleine Säcke, welche am Radiärgefäss in etwa doppelt so grosser Entfernung vom Magen, wie vom Ringkanal liegen. Nicht selten, bei Weibchen drei mit Eiern gefüllt während das vierte noch nicht ausgebildet ist.<sup>1)</sup>

## 2) *Campanulina acuminata* Alder. T. II, F. 10–14.

Eucopeidae Ggb. Oceanidae Ag. Thaumantiadae Forb.

*Campanulina tenuis*. van Beneden, Bullet. de l'acad. roy. de Belg. XIV. 1847. no. 5, F. 6 (Polyp.) Fauna litt. de Belgique. 1866. p. 174. Pl. XIII (Polyp. Meduse).

— — Allman, Ann. and Mag. N. H. XIII. 1864.

*Campanulina acuminata*. Hincks, British Hydroids. I. p. 187. II, Pl. XXXVII (Polyp. Med. pull.).

<sup>1)</sup> Cf. auch Gegenbaur, Zeitschr. f. w. Z. 1857, T. IX, F. 13.

Keferstein, Untersuchungen etc. 1862, p. 28 (Eucope gemmiger).

- Laomedea acuminata*. Alder, Ann. and Mag. N. H. XVIII. 2. Ser. 1856, p. 491. Pl. XVI, F. 5—8 (Polyp.) Cat. Zooph. North. and Durh. Transact. Tynes. natur. Club. 1857. F. C. III. p. 124. pl. V, F. 5—8 (Polyp.)  
 — — Str. Wright, Proceed. roy. phys. soc. Edinb. I. 1857, p. 254. Pl. XIV (Polyp. Med. pull.) Edinb. new. phil. Journ. Jan. 1858. Vol. VII, p. 108. pl. I, II (Polyp. Med. pull.)  
*Wrightia acuminata*. L. Agassiz, Contributions Nat. Hist. U. St. 1862. IV, p. 354 (Polyp.).  
*Oceania languida*. A. Agassiz, N. Am. Acalephae p. 70, F. 94—102.  
*Epenthesiasis folleata*(?). Mc. Crady, Proceed. Elliot. soc. nat. Hist. Charleston. S. C. I. 1859.  
*Phialidium viridicans*. Leuckart, Troschels Arch. f. Nat. XXII. 1856, p. 18.  
*Thaumantias lineata*(?). Forbes, British Medusae, p. 48. Pl. XI, F. 1.

Wie *Clytia Johnstoni*, so ist auch *Campanulina acuminata* zum Typus eines von van Beneden auf ihre Untersuchung hin begründeten Genus geworden. Derselbe gab dem von ihm entdeckten Polypen seiner Aehnlichkeit mit den Lamarek'schen Campanularien halber den Gattungsnamen *Campanulina* und beschrieb ihn als *C. tenuis*. Derselbe Polyp wurde 1856 von Alder als neu unter dem Namen *Laomedea acuminata* beschrieben. Die Identität dieses mit der *C. tenuis* v. Ben. wurde später von ihm selbst nach Autopsie der Originalexemplare van Beneden's anerkannt (Hincks I, p. 107). Da Alder der Erste ist, dem wir eine genaue Beschreibung des Polypen verdanken, so lässt Hincks den von ihm aufgestellten Speciesnamen bestehen, während er die Priorität van Beneden's durch Beibehaltung des Gattungsnamens wahrt. Hincks stellt *Campanulina* mit *Zygodactyla* Brandt und *Opercularella* Hincks in eine besondere Familie *Campanulinidae*, weil ihnen der für die echten Campanulariiden charakteristische, glockenförmige Habitus der Gonotheken fehlt. Die Medusensprossung wurde 1857 zum ersten Mal von Wright beobachtet. L. Agassiz führt den Polypen unter dem Gattungsnamen *Wrightia* auf. So weit sich aus der kurzen, von keiner Abbildung begleiteten Diagnose erkennen lässt, ist auch die *Epenthesiasis folleata* Mc. Crady's mit der *C. acuminata*-Meduse identisch. Ebenso passt die Beschreibung, die Leuckart von seiner Eucypide *Phialidium*

viridicans giebt („eine Thaumantias in weiterem Sinne“), auf *C. acuminata*. Unter den Forbes'schen Thaumantiaden ist möglicherweise *Th. lineata* mit ihr identisch.

Die grössten der von mir gesehenen Exemplare dieser schönen Leptomeduse etwa 20 Mm. im Durchmesser, für eine Craspedote schon eine beträchtliche Grösse. Doch hat A. Agassiz noch viel grössere Exemplare beobachtet.

Umbrella der geschlechtsreifen Thiere nur flach, schlaff, zuweilen fast scheibenförmig. Junge Thiere nach A. Agassiz und van Beneden hochgewölbt. Die Gallertsubstanz mässig stark, subumbrella und velum dagegen nur schwach entwickelt, daher der schlaffe Habitus der ganzen Meduse.

Marginalstrang nur wenig schwächer als bei *Clytia* ausgebildet, an den zapfenförmigen Tentakelbasen stark anschwellend. Die Verbreitung der Nesselkapseln dieselbe wie bei *Clytia*.

4 Radiärkanäle. Magen ohne die grossmaschigen Entodermzellen, kurz und stets in zierlicher Weise zusammengefaltet, so dass am Mundrand eine Art Vierlippigkeit entsteht.

Die Form und Structur der Tentakel ähnlich wie bei *Clytia*. Ihre Anzahl gross und bei ganz normalen Verhältnissen in jedem Interradialraum gleich. Leuckart beobachtete als grösste Zahl 32 ( $4 \times 7 + 4$ ), fand jedoch dieselbe oft unvollständig und die Tentakelanzahl in den Interradialräumen verschieden. Wie er so z. B. eine Meduse mit 27, so fand ich eine solche mit 29 Tentakeln.

Zwischen je zwei Tentakeln 1 oder 2 Randbläschen frei am Ringkanal liegend. Gewöhnlich nur mit 1 Concretion. Die Geschlechtsorgane lange, schmale Säcke längs der Radiärkanäle, bei starker Füllung mit ihren Enden fast an den Cirkelkanal anstossend.

Magen, Tentakelbasen und Geschlechtsorgane bei auffallendem Licht von zart meergrüner, bei durchfallendem von hellbrauner Färbung. Daher nennt sie Hincks: „pale emerald green“, van Beneden „aussi belle que les plus belles émeraudes“, während A. Agassiz als Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Organen angiebt, dass erstere „somewhat darker brownish-colored than the ovaries“ seien.

3) *Obelia dichotoma* Linné.4) *Obelia* sp. (*geniculata* Linné?) T. III, F. 1—34.

Eucopidae Ggb., Ag. Thaumantiadae Forb.

See-thread Coralline. Ellis, Corall. 21. pl. XII. F. a. A.  
(Polyp).

*Sertularia dichotoma*. Linné, Syst. 1312 (Polyp).

— — Ellis u. Soland, Zooph. 48 (Polyp).

— — Dalyell, Rare and remarkable animals of Scot. 1848.  
Pl. XLI (Polyp. Med.).

*Laomedea dichotoma* (Polyp.) var. a. Johnston, Br. Zooph.  
102. pl. XXVI, F. 1, 2 (2 nd. ed.) 1847.

— — Alder, Trans Tynes. nat. Club. F. C. III. 121.

— — Leydy, Mar. Jnv. N. J. and R. J., p. 6. Pl. XI, F. 36.  
1855.

*Obelia dichotoma*. Hincks, Brit. Zooph. I, p. 156. II. Pl.  
XXVIII, F. 1 (Polyp. Med. pull.).

*Campanularia gelatinosa*(?). Van Beneden, Mém. d.  
l'ac. roy. de Belg. XVII. 1844 (nach Allman, Ann. and  
Mag. N. H. 1864, p. 372).

*Obelia commissuralis* (Polyp. Med.). Mc. Crady, Proceed.  
Elliot soc. nat. hist. Charleston. S. C. I. 1859, p. 197.  
Pl. 11, F. 5—7.

— — L. Agassiz, Contribut. Nat. Hist. U. St. 1862. IV, p. 315,  
351. Pl. XXXIII, XXXIV, F. 10—21.

— — A. Agassiz, Proceed. Boston, soc. nat. hist. IX, p. 91,  
F. 5. N. Amer. Acalephae. 1865, p. 91, F. 134—35.

*Eucope polystyla*(?). Gegenbaur, Zeitschr. f. wissensch.  
Zool. 1857. T. VIII, F. 18.

*Thaumantias*(?). Gegenbaur, Generationswechsel, p. 24.  
Anm.

*Thaumantias plana*(?). Sars, Beskrivelser og Jagttagelser.  
1835, p. 28. T. V, Fig. 13a—g.

*Thaumantias lucifera*(?). Forbes, British Medusae, p. 52.  
Pl. X, F. 2.

*Tintinnabulum*. Dalyell, Rare and remarkable animals.  
Pl. XLI, F. 8, 9.

Mit Recht nennt es Hincks eine schwierige Aufgabe, die Synonymie der *Obelia dichotoma* aufzustellen. Und dies gilt nicht nur für diesen, sondern auch für die übrigen Repräsentanten des Genus *Obelia*. Mehr wie in irgend einer anderen Hydroidengruppe tritt hier der missliche, leicht Verwechselung und Verwirrung in die Systematik bringende Umstand auf, dass verschiedene Polypen ununterscheidbar ähnliche Medusensprosslinge erzeugen, oder nach der Bezeichnung Allman's die Association gleicher („similar“) Gonosome mit ungleichen Trophosomen. Eine haltbare Unterscheidung der von den verschiedenen Hydroidenspecies herrührenden Medusen ist bis jetzt wenigstens trotz mancher Versuche und trotz der entgegengesetzten Ansicht von A. Agassiz, der genügende Unterschiede durch die Beobachtung der Entwicklung gefunden zu haben glaubt und derlei Uebereinstimmungen „allein in der Entwicklungsgeschichte der Thiere Bekanntem total widersprechend“ nennt, nicht gelungen, und scheint auch nicht durchführbar.<sup>1)</sup> Die Folge dieser Thatsache ist, dass die Bestimmung der Synonymie da, wo nur die Medusen berücksichtigt sind, unmöglich ist, und dass man bei älteren, die Form der Polypen weniger scharf bestimmenden Diagnosen und Abbildungen nie sicher ist, ob nicht differente Species identificirt oder mit einander verwechselt sind, resp. ob dieselbe unter verschiedenen Namen aufgeführt ist. Denn auch die Polypengenerationen sind z. Th. so wenig von einander verschieden (man vergleiche z. B. *Obelia dichotoma*, *flabellata*, *plicata* Hincks. *British Hydroids*), die verschiedenen Beobachter legen das Hauptgewicht auf so verschiedene Charakteristiken, wie die Form der Hydrotheken und Gonangien, die Anzahl der Ringe und die verschiedene Länge der Hydrocauli, es werden so viel relative Unterschiede angegeben, dass es oft kaum möglich ist, zu entscheiden, ob eine Beschreibung oder Abbildung auf diese oder jene Species zu beziehen ist. Man findet solche, die sich eigentlich ununterscheidbar ähneln und doch differente Species charakterisiren sollen, und solche, die einer und derselben Species gelten sollen und doch in Kleinigkeiten, auf die von Einigen Gewicht gelegt wird, differiren. Es scheint mir demnach glaublich, dass sich mit der Zeit allerlei

---

<sup>1)</sup> Auch dieser Umstand, dass in einer Hydromedusenfamilie die noch sehr niedrig organisirten Medusenpersonen gleich, die Polypenpersonen dagegen verschieden sind, möchte ich als der Annahme einer sessilen, polypoiden Stammform nicht günstig auffassen.



Mittelformen finden werden, durch welche die Existenzberechtigung mancher bisher als solche anerkannten „guten Arten“ in Frage gestellt werden könnte.

Die Campanularien Lamarck's wurden zuerst von Lamouroux in die zwei Genera *Clytia* und *Laomedea* gespalten. Doch basirte diese Unterscheidung auf unhaltbaren Charakteristiken. Scharf begrenzte Gruppen wurden erst 1864 von Allman aufgestellt, die von Hincks, wenn auch theilweise unter anderer Bezeichnung, adoptirt wurden.<sup>1)</sup> Beide fassen unter dem schon von Péron und Lesueur aufgestellten Gattungsnamen *Obelia* alle diejenigen Campanularien zusammen, deren sich lösende Medusensprossen, um ein typisches Beispiel zu wählen, die charakteristische Gestalt der *Eucope polystyla* Ggb. haben. Nach dem Gegenbaur'schen System gehören alle Campanularia-Medusen zu den Eucopiden, doch wies schon 1861 Fr. Müller<sup>2)</sup> auf die grosse Verschiedenheit hin, die zwischen den nach dem Typus der *Eucope polystyla* Gebauten und den übrigen herrsche. Sein Vorschlag, ersteren den Dalyell'schen Genusnamen *Tintinnabulum* zu geben, die übrigen dagegen als *Thaumantiaden* Eschsch. zu bezeichnen, drang jedoch nicht durch, weil der Name *Obelia* die Priorität hat und die Zugehörigkeit der zwei *Thaumantiaden* Eschscholtz's zu den Eucopiden Ggb. doch nur Vermuthung ist. Die europäischen Synonyme für die Polypen der *Obelia dichotoma* habe ich der Monographie von Hincks entnommen, der diese für die sicher mit der *Sertularia dichotoma* L. übereinstimmenden hält. Ob *Eucope polystyla* und die angeführten *Thaumantiaden* Ggb., Sars und Forbes sich auf *Obelia dichotoma* oder eine andere *Obelia* beziehen, lässt sich nicht entscheiden.

Auf gleichfalls unsicheren Boden begiebt man sich bei dem Versuch einer Feststellung der amerikanischen Synonymie für *Ob. dichotoma*. Von L. Agassiz wurde das ganze Genus *Obelia* wieder in zwei verschiedene Gattungen, *Eucope* und *Obelia*, getheilt, deren Kennzeichen die grössere oder geringere Tentakelanzahl der jungen Meduse zur Zeit ihrer Lösung sein sollte (24 bei *Eucope*, 16 bei *Obelia*). A. Agassiz betont überdies das Fehlen oder Vorhandensein der Geschlechtsorgane zur Zeit der Lösung als Speciesunterschied und hält hiernach die *Laomedea geniculata*

<sup>1)</sup> *Campanularia* Allm. = *Clytia* Hincks.

*Laomedea* A. = *Campanularia* H.

*Obelia* A. = *Obelia* H.

<sup>2)</sup> Troschels Arch. f. Nat. 1861, p. 309. Anm.

Wright's<sup>1)</sup> und die Gosse's<sup>2)</sup> für 2 differente Species.<sup>3)</sup> Die Haltbarkeit dieser von den beiden Agassiz aufgestellten Kennzeichen wurde durch die Beobachtung der Lösung derselben Obelia, wie auch Clytia-Medusen nach verschiedener Zeit und in verschieden fortgeschrittenen Entwicklungsstadien von Hincks widerlegt. Dass übrigens nicht in jedem Fall dieselbe Tentakelzahl bei der Lösung der Medusen derselben Species ausgebildet ist, muss A. Agassiz selbst — wenn auch nur als seltene Ausnahme — bestätigen.<sup>4)</sup> Hincks nennt nicht ohne einige Berechtigung die Eintheilungsweise der beiden Agassiz „one which introduces confusion and difficulty into the science by enlarging the list of synonymes.“ Denn da nach dieser dieselbe Hydroide nicht nur unter verschiedenen Species, sondern selbst Genusnamen aufgeführt werden kann, wird die sichere Constatirung der Synonymie fast unmöglich. Dazu kommt, dass schon lange bekannte Arten unter neuen Namen aufgeführt sind und ein Vergleich mit den europäischen Repräsentanten grösstentheils ganz unterlassen ist. Jedenfalls bedürfen die amerikanischen Campanularien mindestens ebenso sehr „a thorough revision in order to extricate them from the confusion existing in their synonymie“<sup>5)</sup>, als die europäischen.

Die *Obelia commissuralis* Mc. Crady und L. Agassiz ist nach des Letzteren eigenen Worten<sup>6)</sup> mit der *Obelia dichotoma* zu identificiren. Zwar scheint die von L. Agassiz IV. Pl. XXXIII, F. 6 gegebene Zeichnung durch die ziemlich langen Hydrocauli und die einfache Form der Gonangien nicht ganz übereinstimmend, dafür ist aber in der Detailzeichnung (Pl. XXXIV, F. 11) die für *O. dichotoma* charakteristische Form der Gonangien deutlich zu erkennen. Auch A. Agassiz<sup>7)</sup> giebt eine mit unserer *O. dichotoma* gut stimmende Abbildung der *O. commissuralis* Mc. Crady, so dass ihre Identität wohl gesichert erscheint.

<sup>1)</sup> New Edinb. Phil. Journ. IX. 1859, p. 112, Pl. II, F. 15.

<sup>2)</sup> Devonshire Coast, p. 84. Pl. IV.

<sup>3)</sup> N. Amer. Acalephae, p. 82.

<sup>4)</sup> Ibid., p. 90.

<sup>5)</sup> Ibid., p. 82.

<sup>6)</sup> „In its mode of branching it comes nearer to *Laomedea dichotoma* of the European shores, as figured by Johnston... them to any other species thus far described.“ Contribut. 1862. IV, p. 315.

<sup>7)</sup> O. c., p. 91, F. 134.

Die von L. Agassiz, Contrib. 1862. IV, p. 322. Pl. XXXIV, F. 1—9 als *Eucope diaphana* genau beschriebene *Obelia* ist besonders auf Grund der charakteristischen Verdickungen an der Basis der Hydrocauli wohl mit unserer *O. geniculata* zu identificiren.<sup>1)</sup> Ihr Synonym bei A. Agassiz ist *Euc. alternata*, während er den Namen *Euc. diaphana* für eine von L. Agassiz schon früher beschriebene, aber von der *Euc. diaphana* der Contrib. angeblich differente Species beibehält. *Eucope fusiformis* scheint von *Obelia geniculata* einzig durch die lange Form der Medusenovarien verschieden zu sein.

Dass die im August von mir beobachtete *Obelia* die *Obelia dichotoma* L. ist, schliesse ich mit Sicherheit daraus, dass ich sie in verschiedenen Altersstufen zusammen mit den lebhaft proliferirenden Stöcken dieser Species fand, während ich nach dem ja sonst gar nicht seltenen Polyp der *Obelia geniculata* vergebens suchte. Ob dagegen eine im April gefundene *Obelia* die *Obelia geniculata* L. ist, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen. Der Durchmesser der geschlechtsreifen Thiere war im Mittel etwas bedeutender, die Tentakel verhältnissmässig länger und dünner, die Mundlippen ausgebildeter, die Haltung der umbrella eine etwas andere. Im Allgemeinen sind, wie gesagt, die *Obelia*-Medusen untereinander so ähnlich, dass solche geringe, möglicherweise auch inconstante Unterschiede abgerechnet, die Beschreibung der einen auch für die andere gelten kann.

Die Obelien fallen in dem mit pelagischem Auftrieb gefüllten Glase sofort durch die eigenthümliche Haltung, welche sie beim Schwimmen einnehmen auf. Statt dass nämlich ihre umbrella, wie die anderer Medusen, glockenartig über den Magen herabgewölbt ist, ist sie fast oder ganz horizontal ausgebreitet, ja stülpt sich, wie ich übrigens nur an der *O. dichotoma*, nicht auch an *geniculata*(?) beobachtete, sogar nach oben in die Höhe, so dass die Innenfläche der umbrella nach aussen gewandt ist. Die Tentakel sind dabei sämmtlich strahlenförmig ausgebreitet.

Durchmesser der geschlechtsreifen Medusen bei der im April beobachteten *Obelia* ca. 5 Mm., bei der *Obelia dichotoma* ca. 2—3 Mm.

Gallertsubstanz der umbrella stark entwickelt. Subumbrella und velum völlig fehlend. Erstere durch ein eine contractile

---

<sup>1)</sup> Cf. z. B. L. Agassiz, Pl. XXXIV, F. 8 mit Hincks, Pl. XXV, F. 1 a.

Schicht bildendes („Neuromuskel“-) Epithel ersetzt. Auf diesem Mangel beruht vor Allem der abweichende Habitus und die besondere Art und Weise der Schwimmbewegungen (s. o.).

Die Zellen des Marginalstrangs in wenig, meist nur 2 Schichten angeordnet, doch auch hier den Haupttheil der zapfen- oder kurz keulenförmigen Bulbi bildend. Das Ringgefäss mit überall nur einschichtigem Epithel. 4 Radialgefässe. Magen kurz mit schwach kreuzförmigem Ansatz und deutlich kreuzförmigem Lumen. Entodermgewebe stark ausgebildet. Der Mund zu vier zuweilen sehr verlängerten Lippen ausgezogen.

Tentakel solide, ohne Muskeln, daher starr, aus sehr grossen Knorpelzellen zusammengesetzt. Sie sind oberflächlich im Bulbus eingesenkt, dessen Hauptmasse und Höhlung auf ihrer unteren Seite (bei horizontaler Umbrellarstellung) liegt. Die oberste Knorpelzelle von der Gestalt einer Halb- oder Dreiviertelkugel und in die Gallertsubstanz der umbrella hereinragend. Die darauf folgende Zelle oft in der Mitte ringsum eingeschnürt, so dass der ganze Tentakel wie ein geknöpfter, durch den Bulbus hindurchgesteckter Stab aussieht. An den durch die Quermembranen der Knorpelzellen gebildeten Ringen liegen grosse, längliche Nesselkapseln. Der Nervenring zuweilen streckenweis isolirbar. Die Randbläschen an der Innenseite des Marginalstrangs an den Tentakelbasen selbst liegend. So folgen bei der einer normalen sich nähernden Umbrellarhaltung von aussen nach innen Tentakel, Bulbus, Randbläschen, während bei hochgestülpter umbrella die Randbläschen frei nach aussen gekehrt sind.

Die Randbläschen halbkugelig mit nur 1 von einer hohlen Nervenschale umgebenen Concretion. (Nur einmal fand ich in die grosse noch eine kleinere eingesenkt.) Je 2 Randbläschen zwischen 2 Radiärkanälen liegend, sodass ihre Gesamtzahl 8 ist. Diese Zahl bei der Lösung vom Stock schon vorhanden und sich nicht vermehrend. Sehr häufig fehlen 1 oder mehrere Randbläschen. Anzahl der Tentakel sehr gross (56, 61, 86 etc.), so dass sie zuletzt dicht nebeneinander liegen. Bei der Lösung von der Meduse ist nach den gemachten Beobachtungen die Vertheilung der Tentakel zwischen den Radiärkanälen und den Randbläschen eine regelmässige. Z. B. 24 Tentakel = 4 radiale und je 5 interradianale, oder 16 = 4 radiale und je 3 interradianale, die interradianalen immer abwechselnd mit Randbläschen besetzt. Später aber erfolgt die Vermehrung der Tentakel nicht überall

ganz gleichmässig, sodass die eine Strecke zwischen 2 Tentakeln oder zwischen 2 Randbläschen den übrigen in der Entwicklung vorgeeilt oder auch zurückgeblieben sein kann. Feste Anhaltspunkte für die Verfolgung der Entwicklung bilden immer die radialen und die mit Randbläschen versehenen Tentakel. Bei geschlechtsreifen Medusen der *Obelia geniculata*(?) habe ich in Bezug hierauf eine Anzahl Zählungen angestellt, von denen ich einige hier folgen lasse. Die Zahlen hinter den Tentakelzeichen geben die wahrscheinliche Entwicklungsfolge der Tentakel (nach der Agassiz'schen Formel für eine mit 24 Tentakeln sich lösende Meduse) an.

### Zwischen Radiärkanal :

A	1—2		2—3		3—4		4—1	
I.	T <sup>1</sup> rad.	I.	T <sup>1</sup> rad.	I.	T <sup>1</sup> rad.	I.	T <sup>1</sup> rad.	58 Tentakel 2 Gegenstrecken in fast ganz gleichem Ent- wicklungs- stadium, 2 vor, resp. zurück.
5.	t <sup>3</sup> Anlage t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup> t <sup>3</sup> Anlage	4.	t <sup>3</sup> klein t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup> —	3.	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup> —	4.	t <sup>3</sup> klein t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup> —	
VI.	t <sup>1</sup> m. Randbl.	VI.	t <sup>1</sup> m. Randbl.	V.	t <sup>1</sup> m. Randbl.	VI.	t <sup>1</sup> m. Randbl.	
4.	t <sup>3</sup> Anlage t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup>	3.	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup>	3.	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup>	3.	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup>	
XII.	t <sup>1</sup> m. Randbl.	X.	t <sup>1</sup> m. Randbl.	IX.	t <sup>1</sup> m. Randbl.	X.	t <sup>1</sup> m. Randbl.	
5.	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>3</sup> Anlage t <sup>2</sup>	4.	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> —	4.	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> —	4.	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> —	
XVII.	t <sup>3</sup> klein	XIV.	t <sup>3</sup>	XIII.	t <sup>3</sup> Anlage	XIV.	t <sup>3</sup> Anlage	
B	1—2		2—3		3—4		4—1	
I.	T <sup>1</sup> rad.	I.	T <sup>1</sup> rad.	I.	T <sup>1</sup> rad.	I.	T <sup>1</sup> rad.	52 Tentakel Je zwei Nach- barstrecken (2—3, 3—4 und 1—2, 4—1) am gleichmässigsten entwickelt. 1 Randbläschen fehlend.
4.	t <sup>3</sup> t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> — t <sup>2</sup>	3.	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> — t <sup>2</sup>	4.	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>3</sup> Anlage t <sup>2</sup>	4.	t <sup>3</sup> Anlage t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> — t <sup>2</sup>	
VI.	t <sup>1</sup> m. Randbl.	V.	t <sup>1</sup> m. Randbl.	VI.	t <sup>1</sup> —	VI.	t <sup>1</sup> m. Randbl.	
4.	t <sup>3</sup> Anlage t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup>	3.	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup>	2.	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> —	3.	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup> Anlage	
XI.	t <sup>1</sup> m. Randbl.	IX.	t <sup>1</sup> m. Randbl.	IX.	t <sup>1</sup> m. Randbl.	X.	t <sup>1</sup> m. Randbl.	
3.	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup>	3.	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup>	3.	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup>	4.	t <sup>2</sup> Anlage t <sup>1</sup> t <sup>2</sup>	
XIV.	—	XII.	—	XII.	—	XIV.	t <sup>3</sup> ganz kl. Anlage	

C		1—2		2—3		3—4		4—1	
I.	T <sup>1</sup> rad.	I.	T <sup>1</sup> rad.	I	T <sup>1</sup> rad.	I.	T <sup>1</sup> rad.	53 Tentakel 2 Randbläs- chen fehlend.	
5.	t <sup>3</sup> t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup>	4	t <sup>3</sup> t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup>	3. [	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> —	2.	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> —		
VI.	t <sup>1</sup> m.Randbl.	VI.	t <sup>1</sup> m.Randbl.	IV.	t <sup>1</sup> m.Randbl.	IV.	t <sup>1</sup> —		
5.	t <sup>3</sup> Anlage t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup> t <sup>3</sup>	3.	— t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup> —	4.	t <sup>3</sup> t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup> —	3.	— t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup> —		
XII.	t <sup>1</sup> m.Randbl.	X.	t <sup>1</sup> m.Randbl.	IX.	t <sup>1</sup> —	VIII.	t <sup>1</sup> m.Randbl.		
4.	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup>	3. XIII.	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup> —	4. XIII.	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup> t <sup>3</sup>	3. XI.	t <sup>2</sup> t <sup>1</sup> t <sup>2</sup> —		
XVI.	t <sup>3</sup>								

D		1—2		2—3		3—4		4—1	
I.	T rad.		T rad.		T rad.		T rad.	86 Tentakel ganz abnormer Weise alle Rand- bläschen bis auf eins fehlend. Einigen Anhalt für die unge- fähre Correspon- denz der Ten- takel giebt nur die entsprechen- de unvollstän- dige Ausbildung des Tentakels XIII. in 1—2 u. 4—1, sowie des T. XVIII. in 1—2 u. 3—4.	
4.	t t t t	4.	t t klein t t	4.	t t t t Anlage	4.	t t t t Anlage		
VI.	t — t Anlage t t t t t	VI.	t — t t t klein t t	VI.	t m. Randbl. t t klein t t t t	VI.	t — t t Anlage t t t		
17.	t Anlage t t t t t Anlage t t t t	15.	— t t t t — t t t t	16.	— t t t t t ganz kleine Anlage t t t t	14.	t klein t t t t — t t t		
XXIII.	t t t t	XXI.	t t t t t	XXII.	t t t t t	XX.	t t t		

Die Geschlechtsorgane dicht am Cirkelkanal, eine geringe Strecke des Radiärkanals einnehmend. Die Ovarien im gefüllten Zustand als traubige Säckchen, häufig mit Spadixbildung, von der umbrella herabhängend. Wie die der Bulbi sind ihre Entodermzellen gewöhnlich von braungrüner Chylusfarbe durchtränkt. Magen stets farblos. (Genaueres über die Sexualorgane s. o.)

### 5) *Tima pellucida* Will.

Geryonopsidae Ag Oceanidae, Geryonidae Eschsch. Geryoniadae Forb.

*Geryonia pellucida*. Will, Horae tergestinae 1844. Pl. II, F. 8.

*Geryonia pellucida*. Frey und Leuckart, Beitr. z. K. wirbell. Th. 1847, p. 138.

*Geryonopsis pellucida*. Forbes, British Medusae, p. 40.

*Tima pellucida*. Zool. Ergebn. d. Nordseef. 21. Juli bis 9. Sept. 1872, 1874, p. 138. T. II, F. 6.

*Oceania gibbosa*. Péron et Lesueur, Ann. d. mus. d'hist. nat. XIV.

*Eirene gibbosa*. Eschscholtz, Syst. d. Acal. p. 94.

*Dianaea gibbosa*. Lamarck, Anim. sans vert, p. 507.

*Dianaea lucullana*. della Chiaje, Anim. senza verteb. 1823—25. Pl. LXXI, F. 1.

*Tima gibbosa*. L. Agassiz, Contrib. 1862. IV, p. 362.

Von dieser schon von Frey und Leuckart unter der Helgolander Fauna aufgeführten *Geryonopside* wurde nur ein ganz defectes Exemplar gefangen. Der Magenstiel war breit und nur wenig aus der Velaröffnung hervorstreckbar. Der Magen selbst kurz, mit ganzrandiger, nur durch Faltung vierlippig erscheinender Mündöffnung. Die gefüllten Ovarien verliefen an den Radiärkanälen bis zur Umbiegungsstelle in den Magenstiel. In der umbrella wurden sehr deutliche, verzweigte Fasern sichtbar. Am Schirmrand war nichts als einige wenige Tentakelstummel erhalten.

#### 6) *Tima* sp. (Taf. III, Fig. 35, 36).

Leider kann ich auch über die zweite im August gefundene *Tima* nichts Näheres mittheilen, da ich sie, derzeit mit anderen Beobachtungen beschäftigt, nicht genauer histologisch untersucht habe. Die umbrella war flachgewölbt, der Magenstiel hing lang aus der Velaröffnung hervor, der Magen war kurz, mit zusammengefalteten, eine Art Vierlippigkeit verursachenden Wänden. Die Ovarien erstreckten sich nur auf die am Magenstiel gelegene Strecke der Radiärkanäle. Der Schirmrand war mit 2 oder 4 sehr langen, dünnen und hohlen Radiärtentakeln besetzt, und ausserdem mit einer Menge ganz kleiner, stummelförmiger Interradialtentakeln, von denen oft 2 von einer Basalverdickung entsprangen. Die in grosser Zahl vorhandenen Sinnesbläschen habe ich allein genauer untersucht. (s. o.)

Die bei den verschiedenen Individuen wechselnde Zahl der langen Radialtentakel macht es mir sehr fraglich, ob wirklich



die Zweizahl derselben bei einigen Geryonopsiden so constant ist, dass darauf hin ein besonderes Genus, *Saphenia*, begründet werden könnte.

Vielmehr scheint mir die Helgolander Tima mit der *Saphenia dinema* Eschsch. (nec Forbes), *Oceania dinema* Pér. et. Les., *Goodsirea mirabilis* Wright<sup>1)</sup> identisch zu sein. Mit Ausnahme der Zweizahl der Tentakel ist weder an der Zeichnung Wright's, noch an den anderen, wenig deutlichen, z. Th. auch nach defecten Exemplaren gezeichneten Abbildungen<sup>2)</sup> der zwei von L. Agassiz angenommenen Saphenien etwas zu sehen, wodurch sie von echten Timen unterschieden wären.

Im April habe ich vergebens nach dieser Meduse gesucht.

# 7) *Tiaropsis scotica*(?) Allman Taf. II, Fig. 15—30.

Oceanidae Ag.

*Tiaropsis scotica*. Allman, Tubularian Hydroids. 1871—72.

*Thaumantias multicirrata*. Sars, Beskrivelser og Jagtagelser. 1835, p. 27. Pl. V, F. 12.

*Tiaropsis diademata* (?) Agassiz, Mem. Am. Acad. IV, p. 289. Pl. VI. Contrib. 1862. III. p. 354. Pl. XXXI, F. 9—15. IV, p. 308, F. 45—48.

— — A. Agassiz, N. Amer. Acalephae, p. 69, F. 91—93.

<sup>1)</sup> Edinb. phil. Journ. X. 1859. Pl. IX, F. 1.

<sup>2)</sup> *Dianaea* (*Saphenia*) *balearica* Quoy et Gaimard, Zoologie du voyage fait par Freycinet. 1824. Pl. 84, F. 3.

= *Dianaea bitentaculata*. Quoy et Gaimard, Observ. faits à bord de l'Astrolabe en Mai 1826. Ann. sc. nat. X. 1827. Pl. 6 A, F. 9.

*Oceania* (*Saphenia*) *dinema*. Cuvier, règne animal. Zoophytes. Pl. 54, F. 1 (Copie aus den nicht publicirten Tafeln zu Péron et Lesueur, Tableau des caractères etc. de toutes les Méduses etc. Ann. du mus. d'hist. nat. XIV, p. 346).

*Dianaea endrachtensis*. Quoy et Gaimard, voyage de Freycinet, p. 566. Pl. 84, F. 2. *Eirene endrachtensis*. Eschsch., p. 94 ist ganz aus der Liste der Geryonopsiden zu streichen. Denn nach der Zeichnung von Quoy und Gaimard ist sie sicher eine sechsstrahlige Geryonide. Da zwischen den langen Mundlippen ein Zungenkegel sichtbar zu werden scheint, wäre sie zur Gattung *Carmarina* Hekl. zu rechnen.

M. Sars beschrieb 1835 eine Meduse als *Thaumantias multicirrata*, welche mit der von mir beobachteten Meduse, anscheinend auch der *Tyaropsis scotica* Allman und ebenso der *Tiaropsis diademata* Ag. in den wesentlichsten Punkten übereinstimmt. Ueber die von Allman als *scotica* bezeichnete *Tiaropsis* liegt meines Wissens noch nichts Näheres, namentlich keine Abbildung vor. Ob die *T. diademata* Ag. wirklich von der europäischen *Tiaropsis* verschieden ist, muss noch dahingestellt bleiben.

Ein Unterschied zwischen der von mir gefundenen und der von Agassiz beschriebenen *Tiaropsis* liegt nur insofern vor, als erstere mit einem der *T. diademata* fehlenden Aufsatz auf der umbrella versehen ist und vier ziemlich starre Lippen hat, welche sich nicht so, wie L. und A. Agassiz abbilden, in viele Fältchen legen. Ein Polypenstadium für *Tiaropsis* ist bisher noch nicht aufgefunden worden und fehlt möglicher Weise ganz. Da *Tiaropsis* sowohl Randbläschen als Ocellen besitzt, so passt sie in keine der von Gegenbaur aufgestellten Familien.

Diese Craspedote scheint in unseren Meeren zu derselben Zeit, wie ihre Vertreterin an den amerikanischen Küsten aufzutreten, denn, ganz wie A. Agassiz, beobachtete ich sie im April in grosser Anzahl zusammen mit einer *Sarsia* (*Syncoryne eximia* Allm.), während im Hochsommer nicht eine einzige sichtbar wurde.

Durchmesser der beobachteten, noch jungen, geschlechtslosen Medusen ca. 1,5–2,5 Mm., Höhe 1–2 Mm. Nach der Zeichnung von A. Agassiz erreicht die ausgewachsene *T. diademata* bis ca. 22 Mm. Durchmesser, 20 Mm. Höhe.

Die Gallertsubstanz ziemlich stark entwickelt, am Apicalpol eine stumpfe, auf die Glocke aufgesetzte Spitze bildend, der Anfang eines Knopfes. Diese im contrahirten Zustand viel stärker hervortretend, so dass dann die umbrella eine ausgeprägte Birnform hat.

Subumbrella und Velum stark entwickelt, die Querstreifung der Subumbrellarmuskeln sehr scharf und deutlich, die der Velarmuskeln blasser und schwerer erkennbar.

Marginalstrang aus grossen Zellen gebildet und an den ähnlich wie bei den Obelien gebildeten Bulben stark anschwellend. Ausserdem bildet er vor jedem Randbläschen einen Wulst, welcher ihre Basis von aussen deckt.

Vier Radiärkanäle, das untere Epithel des Ringkanals nur einschichtig und allein an den Bulben verdickt.

Der Magen mit stark ausgebildetem, maschigem Entodermgewebe, vierkantig in der Art wie bei *Clytia*, aber über dem Munde eingeschnürt und mit 4 langen Lippen versehen, so dass er einer herabhängenden Blüthe ähnelt. Die Entodermzellen des Magens, der Bulbi und auch des Ringkanals vom Chylus braungrün gefärbt. Der Ringkanal so dicht mit Tentakeln besetzt, dass ihre Basen zuletzt unmittelbar aneinander stossen. Die Achtzahl der Randbläschen bleibt unverändert.

Die von A. Agassiz angegebene, regelmässige Entwicklungsfolge der Tentakel hatte bei den gefundenen Exemplaren augenscheinlich Statt gehabt. Einige stimmten in Vertheilung und Anzahl der Tentakel zwischen den Bläschen genau mit dem jüngsten von A. Agassiz beobachteten Stadium überein. Von den 24 Tentakeln waren 4 radial, 4 lagen in der Mitte zwischen je 2 Radiärkanälen und ausserdem noch zu beiden Seiten jedes Randbläschens je einer ( $T_1$  (rad.)  $t_3$  Rdbl.  $t_3$   $t_2$   $t_3$  Rdbl.  $t_3$   $T_1$  nach Agassiz). Ebenso fand sich das folgende Stadium mit je 5 Tentakeln zwischen 2 Randbläschen vor. ( $T_1$  (rad.)  $t_4$   $t_3$  Rdbl.  $t_3$   $t_5$   $t_2$   $t_5$   $t_3$  Rdbl.  $t_3$   $t_4$   $T_1$  (rad.)). Aeltere, an Tentakelanzahl noch ausserordentlich zunehmende Exemplare kamen nicht zur Beobachtung.

Die Tentakel mittellang, solide, ziemlich starr und zum grössten Theil aus einer einzigen, nur an der Basis aus mehreren Reihen von entodermalen Knorpelzellen gebildet.

Magen, Ringkanal, Tentakel und bei jungen Thieren die Umbrella mit länglichen Nesselkapseln bedeckt.

Die Wand der 8 birnförmigen, auf einer schwachen Verdickung des Marginalstrangs aufsitzenden Randbläschen von polyedrischen, etwa ebenso hohen wie breiten Ectodermzellen gebildet. Ihre derben Membranen besonders an den Stellen, wo eine Anzahl Zellen zusammenstossen stark verdickt, sodass zuweilen sternförmige Figuren entstehen. Dunkel gefärbte, wandständig liegende Körper in den Zellen sind wohl als Kerne anzusehen. Die Anzahl der Concretionen bei den beobachteten von 1—6 steigend. An erwachsenen Thieren ist sie noch grösser. Sie liegen in einer Bogenreihe oder in einen centralen Haufen zusammengeballt und sind von einem gemeinsamen Nervenüberzug umschlossen. Das Basalpolster zuweilen sehr hoch. Der Binnenraum des Bläschens ist stets vollkommen abgeschlossen, eine zellige Masse, welche nach L. Agassiz das Bläschen innen ausfüllen soll, habe ich nie gesehen.

An der Basis der Randbläschen, in den Ectodermzellen des Marginalstrangs liegt ein wohl umschriebener, runder, schwarzer Ocellus.

Die Geschlechtsorgane sind nach L. Agassiz längliche, an den Radiärkanälen gelegene und wie bei *Campanulina* gebaute Taschen. Sars beobachtete ein Proliferiren an ihnen.

8) *Lizzia octopunctata* Sars. T. IV, V, VI, Fig. 1—4.

Oceanidae (Bougainvillidae) Ggb. Sarsiadae Forb. Bougainvillidae Ag.

*Bougainvillia octopunctata*. Lesson, *Acalèphes* 1843, p. 292.

*Hippocrene octopunctata*. Forbes, *Ann. and Mag.* VII. 1841, p. 84.

*Cytaeis octopunctata*. Sars, *Beskrivelser etc.* 1835, p. 28.

Pl. VI, F. 14. *Fauna litt. Norvegiae*. 1846 T. IV, F. 7—13.

*Lizzia octopunctata*. Forbes, *British-Medusae*. 1848, p. 64. Pl. XII, F. 3.

Durchmesser ca. 1—2 Mm., Höhe ca. 1,2 Mm. — 2,2 Mm.

Die Gallerts substanz der umbrella stark ausgebildet und auf dem Apicalpol zu einem bei älteren Exemplaren oft bedeutend hohen Aufsatz verdickt, eine im Vergleich zu *Tiaropsis* fortgeschrittene Knopfbildung. (Die von Forbes Pl. XII, F. 3a wiedergegebene Form ist jedenfalls nicht genau.)

Die Anheftungsstellen der subumbrella an die umbrella durch 4 radiale und 4 interradianale, von feinen Lamellen gebildete Streifen markiert, welche sich zu einem unregelmässigen, anastomosirenden System verzweigen können.

Subumbrella und Velum kräftig ausgebildet.

Erstere am Apicalpol tief in das Glockengewölbe hereinhängend, sodass der Ansatz des Magens von der Unterseite der umbrella beträchtlich entfernt ist und dazwischen ein weiter Hohlraum bleibt. Längsmuskeln längs der Radiargefässe.

Der Marginalstrang nur aus einer Lage kleiner Zellen bestehend und sich kaum an der Bildung der Bulbusverdickungen betheiliegend.

Die 4 Radialgefässe an der Basis der radialen Tentakelbüschel plötzlich zu einer trichterförmigen Anschwellung erweitert. Das Epithel des Cirkelkanals überall nur einschichtig.

Der kurze, aber in Folge seiner tiefliegenden Ansatzstelle doch zuweilen die Velaröffnung fast erreichende Magen mit sehr dicken Wänden. Unter der Muskellage zunächst eine Lage grosser, pallisadenförmiger Entodermzellen, darauf kleinere, welche theilweise vom Chylus gefärbt sind, zu innerst das scharf abgegrenzte Geisselepithel.

Der Mund von vier Armen umgeben, deren jeder bei jungen Medusen zweigetheilt ist. Bei älteren Exemplaren diese noch weiter verästelt, sodass neben den zwei Hauptästen jederseits noch ein Nebenast liegt. Möglicherweise geht die Verästelung auch noch weiter. Jeder Ast in einen dicken Knopf Nesselzellen endend. Bei Reizung, z. B. durch acid. acet., entfalten sich die langen Nesseläden strahlenförmig nach allen Seiten hin.

Die Manubrien der Fäden flaschenförmig.

Die Entodermzellen des Magens zwischen seinen 4 radialen Kanten, sowie die Basen der Tentakelbüschel vom Chylus braungrün bis fast schwarz gefärbt. Diese Färbung durch die massenhafte Ansammlung des Chylus noch sehr verstärkt. Sie wurde an den Bulbis von Forbes für eine Ocellarbildung angesehen, welche dieser *Lizzia*, wie Sinnesorgane überhaupt, ganz fehlen. (Der Name *octopunctata* ist sehr wenig bezeichnend, da die Tinction nicht punktförmig ist und eine ganz ähnliche sich auch bei anderen Leptomedusen (z. B. *Tiaropsis*) vorfindet.)

Ausser den 4 radialen Bulbis am Ringkanal noch 4 interradiale liegend. Die radialen sind stets mit 3, die interradianalen mit 2 oder 3 Tentakeln besetzt. Ein einziger radialer Tentakel eines Individuums war — wohl abnormer Weise — getheilt. Junge Medusen haben bei ihrer Lösung von alten an den interradianalen Bulbis nur 1 Tentakel. Ein junges Exemplar zeigte neben dem ausgebildeten interradianalen noch einen ganz kleinen, in der Bildung begriffenen, zweiten Tentakel. Die Tentakel solide und von der gewöhnlichen, sehr deutlich erkennbaren Structur. Ihre Contractilität ist ganz erstaunlich.

Schwimmt die *Lizzia* ruhig im Wasser, so streckt sie die 20—24 Tentakel in ihrer vollen Länge, welche mehr als das Doppelte der Glockenhöhe beträgt, nach allen Seiten aus und hält sie dabei gewöhnlich aufwärts gekrümmt. Bei der geringsten Beunruhigung aber zieht sie sämtliche Tentakel bis auf  $\frac{1}{5}$  oder  $\frac{1}{6}$  ihrer Länge zusammen, wobei ihre Dicke verhältnissmässig wenig zunimmt.

Viele Individuen scheinen indess überhaupt nur kürzere Ten-

takel zu haben. Diese sitzen im contrahirten Zustand als nur ganz kleine, stummelförmige Zapfen an den Bulbis, und man sieht sie sich niemals zu beträchtlicher Länge ausdehnen. Dies ist aber nicht etwa ein constanter, jugendlicher Zustand, da ich die ausgebildeten Knospen stets schon mit beträchtlich langen Tentakeln fand.

Tentakel, wie die umbrella junger Thiere dicht mit Nesselkapseln besetzt.

Die Geschlechtsorgane, von denen ich nur männliche sah, als 4 längliche Wülste interrarial an den Magenseiten zwischen den 4 hervorspringenden Kanten gelegen und sich von der Ansatzstelle des Magens bis zur Mundgegend herabziehend. Der Magen sämmtlicher gefundenen Exemplare war mit Knospen besetzt.

Diese Meduse bedient sich ihrer Mundarme mit grossem Geschick zum Ergreifen der durch das Nesselgift getödteten oder gelähmten Crustaceen. Zuerst fasst sie dieselben zwischen die Aeste eines Armes, wie mit einer Zange, führt die Beute durch Einkrümmen des Armes vor die Mundöffnung, greift mit allen vier Armen zu, um sie in der zum Verschlucken bequemen Lage festzuhalten, und krümmt dann alle Arme nach innen und oben, auf diese Weise das erfasste Thier in die Mundöffnung selbst befördernd.

#### 9) *Lizzia blondina* Forb. T. VI, F. 5.

*Lizzia blondina*. Forbes, British Medusae, p. 67. Pl. XII, F. 4.

— — Kölliker, Würzburger naturw. Zeitschr. V. 1864.

Der ganze Habitus des einzig gefundenen, noch unentwickelten Individuums, wie bei *Lizzia octopunctata*.

Umbrella mit stark entwickelter Gallertsubstanx, von  $\frac{2}{3}$  Kugelform. Mit der subumbrella an 4 radialen und 4 interrarialen Streifen verwachsen. Subumbrella und velum stark entwickelt.

Marginalstrang und Gastrovascularkanäle wie bei *L. octopunctata*. Magen nicht so tief angesetzt, klein, aber sehr ausdehnungsfähig. Mund von 4 einfachen, kurzen, mit dicken Nesselzellenknöpfen besetzten Armen umgeben.

Vier längere Radial- und vier kürzere Interrarialtentakel.

Zahl und Anordnung dieser nach Kölliker ausserordentlich variirend. Ocellarbildungen ganz fehlend.

10) *Bougainvillia ramosa* van Ben. T. VI, F. 6.

*Tubularia ramosa*. Dalyell, Rare and remark. anim. Scotland. 1847—48, p. 64. Pl. XI (Polyp).

*Eudendrium ramosum*. van Beneden, Mém. de l'ac. roy. d. Belg. XVII. 1844. Pl. IV. (ohne die Synonyme). Fauna litt. de Belgique, p. 112, Pl. VI, VII (Polyp. Med. pull.)

— — — Ggb., Generationswechsel. 1854, p. 15 (Med.).

*Atractylis ramosa*. Str. Wright, Proceed. roy. phys. soc. Edinb. I. 1858, p. 469 (Polyp. Med. pull.)

— — — Edinb. new phil. Journ. Januar 1859. VIII, Pl. I, F. 1, 2, 3.

*Margelis ramosa*. L. Agassiz, Contribut. 1862. IV, p. 344.

*Medusa ocilia* } Dalyell, Rare and rem. anim. Scot-  
*Medusa duodecilia* } land, p. 66, 72. Pl. XI.

*Hippocrene Britannica*. Forbes, Ann. nat. Hist. VII. 1841, p. 84. Pl. I, F. 2.

*Bougainvillia Britannica*. Lesson, Acalèphes. 1843, p. 291.

— — — Forbes, British-Medusae. 1848, p. 62. Pl. XII, F. 1.

*Bougainvillia ramosa*. Allman, Ann. and Mag. nat. Hist. XIII. 1864. Tubularian Hydroids, p. 311. Pl. IX, F. 5—7 (Polyp. Med.)

— — — Hincks, British-Hydroids. I, p. 109. II. Pl. XIX, F. 2 (Polyp. Med. pull.).

Den Polypen der *Bougainvillia ramosa* beschrieb 1844 van Beneden zuerst, da er ihn für identisch mit *Eudendrium ramosum* Ehrnbg. *Tubularia ramosa* L. hielt, unter dem Namen *Eudendrium ramosum* und publicirte zugleich den Sprossungsvorgang junger Medusen. Gegenbaur vervollständigte die Beschreibung derselben in seinem Generationswechsel, wobei er darauf hinwies, dass sie während ihrer späteren Entwicklung vielleicht noch mehrfache Veränderungen erfahren würden, eine Annahme, die sich in der Folge bestätigte.

Eine der noch unbekannten, ausgebildeten Medusenform des *Eudendrium ramosum* v. Ben. sehr ähnliche, vielleicht mit ihr



identische Craspedote war bereits von Lesson <sup>1)</sup> unter dem Namen *Cyanea Bougainvillei* aufgeführt worden. Ihre Beschreibung wurde von Brandt <sup>2)</sup> verbessert, der auch, einsehend, dass sie mit jener zu den Acraspeden gehörigen Gattung nichts zu thun habe, ihren Gattungsnamen in *Hippocrene* änderte. <sup>3)</sup> A. Agassiz bestreitet wohl mit Unrecht besonders auf Grund der Grössenunterschiede die Artidentität von *Cyanea Bougainvillei* Less. und *Hippocrene* B. Brandt. <sup>4)</sup>

Die ausgewachsene Meduse des *Eudendrium ramosum* v. Ben. beschrieb zuerst Forbes 1841 als *Hippocrene britannica*, ohne jedoch ihren Ursprung zu kennen, während Lesson, ohne die von Brandt gegebene Gattungsbezeichnung und dessen Protest zu berücksichtigen, seiner *Cyanea Bougainvillei* den Namen *Bougainvillia macloviana* gab und die *Hippocrene britannica* Forbes als *Bougainvillia britannica* aufführte. Da auch Forbes bald darauf in seinem Medusenwerk den vom Entdecker selbst gegebenen Genusnamen anerkannte, so ist er von da an unter den europaischen Autoren gebräuchlich geworden, obgleich Mc. Crady eigentlich mit Recht die Priorität Brandt's durch Beibehaltung der Gattung *Hippocrene* wahrt. Dalyell hatte den Zusammenhang seiner *Medusa ocilia* und *duodecilia* mit *Eudendrium ramosum* v. Ben. (*Tubularia ramosa* Dalyell), wenn auch nicht ganz sicher constatirt, so doch sehr wahrscheinlich gemacht, und Forbes <sup>5)</sup> wies richtig auf ihre Identität mit der Lesson'schen *Bougainvillia britannica* hin. Den definitiven Nachweis des directen Zusammenhangs zwischen *Eudendrium ramosum* v. Ben. und der *Boug. britannica* Less. gab 1858 Str. Wright, dessen Beobachtungen durch ähnliche an amerikanischen *Bougainvillien* von Mc. Crady <sup>6)</sup> und A. Agassiz <sup>7)</sup> gemachte bestätigt wurden.

Da nun schon *Eudendrien* mit sessilen Gemmen bekannt waren, so trennte Wright *Eudendrium ramosum* von den echten

<sup>1)</sup> Lesson et Garnot., Zool. du voyage sur la Coquille. 1826—30. Atl. Zooph. Nr. 14, F. 3 dI—dIII.

<sup>2)</sup> Beschreibung der von Mertens auf seiner Weltumseglung beobachteten Schirmquallen. Mém. de l'acad. de St.-Pétersbourg. IV. 1838.

<sup>3)</sup> Prodrômus descript. Polyp. Acal. Echin. a Mertensio observ. Petrop. 1835.

<sup>4)</sup> N. Am. Acalephae, p. 152.

<sup>5)</sup> British Medusae, p. 68.

<sup>6)</sup> Proceed. Elliot soc. Charleston. S. C. 1859. Hipp. carolinensis.

<sup>7)</sup> Contribut. 1862. IV. *Bougainvillia superciliaris*.

Eudendrien unter dem Gattungsnamen *Atractylis*. Allman setzte an dessen Stelle den älteren, für die Medusen allgemein gebräuchlichen, *Bougainvillia*, so dass nach ihm Polyp und Meduse als *Bougainvillia ramosa* v. Ben. bezeichnet werden.

Wie das Genus *Obelia*, so wird auch *Bougainvillia* von L. Agassiz in 2 verschiedene Genera getrennt. Nach ihm ist die *Bougainvillia britannica* Lesson und Forbes generisch von der *Hippocrene* Boug. Brandt und Mertens (*Bougainv. macloviana* Lesson, *B. Mertensii* L. Ag.) verschieden, nur aus dem Grunde, weil letztere einen kürzeren, runderen Magen und reichlicher verästelte Mund- und Randtentakel hat. Deshalb lässt er nur für die letztere den Namen *Bougainvillia* bestehen, während er für die mit der ersteren übereinstimmenden *Bougainvillien* den 1849 von Steenstrup für eine *Bougainvillia* gebrauchten Gattungsnamen *Margelis* anwendet. Die Berechtigung zu dieser durchgreifenden Trennung bestreitet Allman<sup>1)</sup> wohl mit Recht, da dieselbe doch nur auf Merkmale gegründet ist, die den charakteristischen Habitus der Meduse kaum beeinflussen und ausserdem sehr inconstant sind.

Von dieser Meduse kamen mir nur im August ganz junge Exemplare zu Gesicht, welche sich von dem reichlich proliferierenden Polypenstock lösten. Die umbrella war an der Spitze noch offen. Der Magen kurz, ähnlich wie bei *Lizzia blondina*, mit 4 einfachen, stets in die Höhe gehaltenen Mundarmen. Jeder derselben war mit einem Knöpf Nesselzellen versehen. Die 4 grossen radialen Bulbi leicht gelblich tingirt, mit je 2 kurzen, dicken, soliden, gewöhnlich gleichfalls aufrecht getragenen Tentakeln. An der Unterseite der Bulbi 2 wohl umschriebene, schwarz erscheinende, bei stärkerer Vergrösserung dunkelrothe Ocelli, je einer an der Basis eines Tentakels.

11) *Syncoryne* (*Sarsia*) *eximia* Allman. T. VI, F. 7—26  
T. VII, F. 1—6.

Oceanidae (Sarsiadae) Ggb. Sarsiadae Ag. Sarsiadae Forb.

*Coryne Listeri*. Alder, Catal. Zooph. Northumb. Durh. Trans.  
Tynes. nat. Club. III. 102.

---

<sup>1)</sup> Tubularian Hydroids, p. 310. Anm. 6.

*Coryne eximia*. Allman, Ann. nat. hist. August 1859.

— — A der, Suppl. Catal., p. 2.

*Syncoryne eximia*. Hincks, British-Hydroids. I, p. 50. Pl. IX, F. 2.

— — Allman, Ann. nat. Hist. May 1864. Tubularian Hydroids, p. 282. Pl. V. u. p. 139.

Höhe der sämtlich noch ungeschlechtlichen Medusen ca. 4 Mm. Durchmesser ca. 3,5 Mm., die kleinsten 2 Mm. hoch, 1,5 Mm. breit.

Die umbrella hochgewölbt, hutpilzförmig, mit mächtig entwickelter Gallertsubstanz, daher die ganze Meduse ziemlich resistent.

Subumbrella und velum stark entwickelt, die Längsmuskeln längs der 4 Radialkanäle sehr deutlich.

Die 4 radialen und 4 interradialen Befestigungsstreifen der subumbrella an die umbrella waren bei einem ganz zusammengezogenen Exemplar sehr schön markirt. Auch hier die subumbrella an der Spitze etwas in die Glocke hereinhängend, sodass ein kleiner Hohlraum zwischen umbrella und subumbrella entsteht.

Der Marginalstrang aus nur einer Lage rundlicher Zellen zusammengesetzt.

Die Radiärgefässe breit, das Ringgefäss etwas schmaler, ohne geschichtetes Epithel. Die 4 radialen Bulbi gross und von eigenthümlicher Structur. Radiär- und Ringkanal erweitern sich, wo sie zusammenstossen gemeinschaftlich zu einem kreiselförmigen Hohlraum. Um diesen verdickt sich die Gastrovascularwandung durch Vermehrung ihrer Zellen und bildet so eine runde Kugel. Die untere Hälfte derselben wird von einer zweiten, grösseren, von den Zellen des Marginalstrangs gebildeten Kugel umfasst, sodass der ganze Bulbus, wie besonders aus Profilansichten deutlich wird, aus 2 Kugeln besteht, von denen die kleinere, hohle in einer halbkugeligen Aushöhlung der grösseren steckt. (Cf. auch den halbschematischen Bulbuslängsschnitt von *S. eximia* Allm. p. 139.)

Die aus diesem Bulbus hervortretenden Tentakel hohl, ziemlich lang und sehr contractil. Im contrahirten Zustand erscheint ihr unteres Ende dick keulenförmig angeschwollen. Entodermzellen ohne Flimmerung.

Der Magen mit nur dünnen Wandungen, aber stark entwickelter Muskulatur. Von seiner Spitze ein kleiner, aus Entodermzellen gebildeter Kegel („small conical proces of granular tissue“ Forb.) durch den Hohlraum über der subumbrella zur um-

brella gehend, und sich zuweilen als feiner Faden durch die ganze, mächtige Gallertschicht fortsetzend — ein sicheres Kennzeichen der Sprossnatur der Medusen.

Der Magen ist im höchsten Grade beweglich und formveränderlich. Im leeren Zustand kann er sich so ausdehnen, dass er weit aus dem Codonostom herausragt. Je mehr er sich ausstreckt, desto mehr verdünnt er sich auch, und hat so mit seinen schlängelnden, windenden und tastenden Bewegungen ein vollkommen wurmartiges Aussehen, welches durch die kopfartige Verdickung des Mundendes noch verstärkt wird. Aus der Wurmform kann er in die eines länglichen Sackes übergehen, dicht über dem Mund, oder weiter oben sich ein oder mehrere Male einschnüren, sich zu einer flachen, an einem ganz dünnen Stiel hängenden Glocke ausdehnen, kurz alle möglichen Formveränderungen durchmachen. Zu mächtigem Umfang dehnt er sich aus, wenn er mit Nahrung angefüllt ist, in welchem Zustand er schwer und unbeweglich herabhängt. Ebenso veränderlich ist der Mund. Er kann sich weit öffnen und wieder, namentlich im gefüllten Zustand des Magens, um die Nahrung festzuhalten, so zusammenziehen, dass man eine Oeffnung vergebens sucht.

Mund, Marginalstrang, Bulbi und Tentakel mit einer Menge länglicher, am manubrium mit Widerhaken versehener Nesselkapseln bedeckt, einzelne liegen über die ganze Magenoberfläche zerstreut. So scharf von einander abgesetzte Nesselwülste, wie sie Allman abbildet, waren an den beobachteten Medusen nicht entwickelt. Magen und Tentakel hellbräunlich gefärbt, die Bulbi und der kegelförmige Aufsatz des Magens oft von der gewöhnlichen, braungrünen Chylusfarbe, häufig aber auch prachtvoll ponceau-, purpur- bis braunroth tingirt (s. o.). („Manubrium pale pink with bright rose-colored base; basal bulbs of marginal tentacles rose colour“. Allman p. 282.) Bei einer Vergleichung zweier Medusen, wie sie Fig. 1 und 2 auf Taf. VII wiedergeben, könnte man auf Grund der so verschiedenen Form des Magens und der so auffallend abweichenden Färbung leicht geneigt sein, dieselben für zwei verschiedene Species zu halten.

In der Ectodermmasse des Bulbus liegt ein runder, schwarz erscheinender Ocellus, über dem sich die umbrellae zipfelartig am Bulbus befestigt. Bei starker Vergrößerung erweist er sich aus einer Masse von dunkel purpurbraunen Pigmentkörnchen zusammengesetzt. Zuweilen sind diese nur unvollkommen concen-

trirt. Hierbei liegt die Hauptmasse des ocellus tiefer, während vereinzelte Pigmentkörnchen strahlenartig im darüber liegenden Gewebe vertheilt sind. Auch bei ganz concentrirten Ocellen bleiben zuweilen in seiner Mitte kleine Stellen frei, durch welche das darunter liegende Gewebe hell hindurchschimmert.

Keine der beobachteten Medusen war geschlechtlich entwickelt.<sup>1)</sup>

Diese Sarsia ist ungeheuer gefrässig und verschlingt selbst auf dem Objectträger, ohne sich stören zu lassen, kleine, in ihrer Glocke eingeschlossene Copepoden, welche ihre Hauptnahrung auszumachen scheinen. Selbst grosse Sagitten überwältigt sie trotz ihres Sträubens. Eine Sarsia hatte den Magen ganz und gar mit Eiern, wahrscheinlich von Copepoden, angefüllt. Medusen-eier waren es jedenfalls nicht. Das Verschlingen der durch die Nesselkapseln getödteten Thiere geht mit erstaunlicher Schnelligkeit vor sich, gleichviel ob sie der Quere oder der Länge nach in die Mundöffnung kommen. Oft liegen schon ein oder zwei Krebse unverdaut in dem sich an ihre Form anschmiegenden Magen, während bereits ein neuer gefasst und hineingewürgt wird.

## 12) *Tiala pileata* Forsk

Oceanidae Gg. Foroes. Nucleiferae Less. Ag.

*Medusa pileata*. Forskal, Descriptiones anim., quae in itinere orient. observ. P. Forsk. 1775, p. 110.

— — Icones rer. nat. ed. fig. ill. 1776. Tab. XXXIII, F. d.

— — Modeer, Abh. schwed. Acad. 1790. 12, p. 241.

— — Ehrenberg, Acalephen d. roth. Meers. 1836. T. VIII, F. 2—4. Bericht der Berl. Acad. d. Wissensch. 1835.

*Dianaea pileata*. Lamarck, Syst. 1816. T. II, p. 506.

— — Delle Chiaje, Memoria. anim. senza vertebr. 1830. T. LXXIII, F. 3—5.

*Oceania pileata*. Péron et Lesueur, Ann. du mus. d'hist. nat. XIV. 1809, p. 345.

— — Eschscholtz, Syst. d. Acalephen. 1829, p. 98.

---

<sup>1)</sup> Es ist nicht unmöglich, dass auch diese Sarsia am Magen proliferirt. Die proliferirende Sarsia gemmifera Forbes (British Medusae, p. 57, Pl. VII, F. 2) stimmt wenigstens mit *S. eximia* auffällig überein.

*Oceanea pileata*. Claus, Zeitschr. f. wissensch Zool. XIV. 1864. T. XXXVIII, F. 14.

*Oceania coccinea* (♂) Leuckart, Arch. f. Nat. 1856. Pl. II, F. 1.

*Oceania ampullacea*. Sars, Beskrivelser og Jagttagelser etc. 1835, p. 22. T. IV, F. 8 a—f.

<i>Oceania octona</i>	} Forbes, British-Mednsae. 1848 p. 27—28. Pl. II, F. 1—3.
<i>Oceania turrita</i>	
<i>Oceania episcopalis</i>	

<i>Tiara octona</i> .	} L. Agassiz, Contrib. 1862. IV, p. 347.
<i>Tiara pileata</i> .	

*Tiara papalis*. Lesson, Acalèphes. 1843, p. 287.

*Oceania coronata* (?) Allman, Tubularian Hydroids, p. 33. F. 8.

Die 3 genannten von Forbes beschriebenen Oceanien möchte ich für identisch mit *Tiara pileata* halten, und zwar scheint *O. octona* mit den rothgefärbten Genitalien, wie *O. coccinea* Leuckart ein Männchen zu sein. Agassiz hält sie zwar gleichfalls für eine Species, jedoch für verschieden von *Tiara pileata*. Dagegen erscheint mir die *Dianaea conica* Quoy et Gaimard<sup>1)</sup>, *Oceania conica* Eschscholtz,<sup>2)</sup> *Oceania sedecimcostata* Köl liker<sup>3)</sup>, *Oceania pileata* Keferstein und Ehlers<sup>4)</sup> (nec Forsk. Pér.) von der *T. pileata*, an der ich keine Nesselkapselreihen auf der umbrella beobachtete und deren Gallertknopf viel grösser ist, verschieden zu sein.

Diese oft beschriebene, im August in einigen Exemplaren gefangene Meduse habe ich histologisch nicht näher untersucht.

### 13) *Hybocodon prolifer* L. Ag. T. VII, F. 7—9.

Tubulariadae Ag.

*Hybocodon prolifer*. L. Agassiz, Contrib. 1862. IV, p. 243. Pl. XXIIIc, F. 10, 11. Pl. XXV.

— — A. Agassiz, N. Amer. Acalephae, p. 193, F. 325—28.

— — Allman, Tubularian Hydroids, p. 422.

<sup>1)</sup> Ann. sc. nat. Zool. X. 1827. p. 182, 83. Pl. VI, F. 34.

<sup>2)</sup> System der Acalephen, p. 49. Ggb., Zeitschr. f. wiss. Zool. 1857, p. 221.

<sup>3)</sup> Würzburger naturw. Zeitschr. V, 1864, p. 324.

<sup>4)</sup> Zoologische Beiträge. 1861.

Diese prachtvolle, bisher meines Wissens nur als amerikanisch beschriebene Craspedote scheint bei uns selten zu sein. Auch ich fand nur ein Exemplar, welches in lebhaftem Proliferiren begriffen war. Das Vorkommen dieser Meduse bei uns beweist zur Gentüge, dass die einzelnen Arten der craspedoten Medusen eine sehr weite Verbreitung haben und dass man mit vollem Recht in mancher der zahlreichen, von amerikanischen Zoologen aufgestellten Species die alten, längstbekannten, europaeischen Arten wieder erkennen darf. Es liegt ja auch gar kein Grund vor, warum nicht die Medusen, von den Strömungen hin und hergetrieben, sowohl an den europaeischen, wie den amerikanischen Küsten ihre Eier ablegen und so hier wie dort die Polypengenerationen sich entwickeln können.

Sehr auffällig ist Hybocodon durch seine bilaterale Symmetrie in Folge der ungleichen Ausbildung einer radialen Kreuzachse. Während die meisten Craspedoten, wie überhaupt die meisten Medusen, zu den isopolen Homostauren zu rechnen sind, gehört Hybocodon zu den Heterostauren, und zwar zu den zygopleuren Zeugiten (Allopolen), speciell zu den Eutetrapleura radialia (mit ungleichpoliger Dorsoventral-, gleichpoliger Lateralaxe, 4 Antimeren und in eine radiale Kreuzaxe fallender Medianebene.<sup>1)</sup>)

Das dorsale Antimer zeichnet sich nicht nur, wie z. B. bei *Steenstrupia*, durch die alleinige Ausbildung des hier doppelten Tentakels aus, sondern auch durch die Verdoppelung des die Radiärkanäle begleitenden umbrellaren Nesselkapselstreifens. Auf jede Körperhälfte kommt somit 1 Tentakel und 1 Nesselzellenstreifen des dorsalen Antimers.

Grösse etwa wie die der *Sarsia eximia*. Auch die umbrella von ähnlicher Form, wenn auch nicht ganz derselben Dicke. Im contrahirten Zustand die Form einer Mongolfière annehmend. Auf der Oberfläche verlaufen 5 Längsstreifen von grossen, platten, polygonalen Zellen, welche zum grössten Theil in ihrem Centrum Nesselkapseln bergen.

Drei ziehen sich über den Radiärkanälen der schwächer entwickelten Antimere zum Ringkanal herab, zwei rechts und links von dem Radiärkanal des dorsalen Antimers. An ihren unteren Enden verbreitern sie sich sämmtlich, der Form des darunter gelegenen Bulbus entsprechend. Auf der Spitze der Glocke ver-

---

<sup>1)</sup> Haeckel, Generelle Morphologie. I, p. 513.



einigen sich alle 5 Streifen, ein kleines Krönchen von Nesselkapseln bildend.

Die an 8 Streifen mit der umbrella verbundene subumbrella und das velum stark entwickelt, die Velaröffnung nur eng.

Der Marginalstrang aus grossen, eckigen Zellen zusammengesetzt, welche in einer, stellenweis in zwei Schichten angeordnet sind.

Die vier Radiärgefässe breit, wie bei *Sarsia*, und sich nach ihrem unteren Ende zu allmählich erweiternd, wodurch allein die 3 schwächeren Bulbi gebildet werden. Das Epithel der unteren Wand des Ringkanals aus grossen, aber nur einschichtig angeordneten Geisselzellen bestehend.

Die Länge des Magens etwa gleich der Hälfte der Glockenhöhe. Seine Wände mit starken, maschigen Entodermzellen. Besondere Lippenbildung fehlend und, wie bei *S. eximia*, durch einen dichten Kranz von Nesselzellen ersetzt. Der von der Magenspitze durch die umbrella hindurchgehende, entodermale Kegelaufsatz verrieth die Sprossnatur der Meduse.

Dieser Aufsatz, die innersten Entodermzellen an der unteren Hälfte des Magens, sowie die Bulbi waren von prachtvoll rosenrother Färbung, welche sicher auch von irgend einem Nahrungsstoff herrührte. Hierbei hatten sich die Zellen diffus, die nuclei etwas dunkler gefärbt. Dreien von den Bulbis fehlt jede Spur von Tentakeln. Der vierte ist mächtig entwickelt, indem er sich theilt und zwei starke, bräunlich gefärbte, hohle Tentakel aussendet, welche gewöhnlich spiralg aufgerollt und mit Nesselkapseln bedeckt sind.

Sämmtliche Nesselkapseln sind kreisrunde, flache Scheiben. Widerhaken habe ich an der Fadenbasis nicht bemerkt.

Die sich theilende Masse des dorsalen Bulbus, sowie der oberste Theil der beiden Tentakel war mit einem dichten Haufen von mehr als einem Dutzend Medusenknospen besetzt, welche sämmtlich noch in den ersten Entwicklungsstadien, von der einfachsten Anlage durch eine Ectodermauftreibung bis zur Ausbildung der zapfenartigen Magenanlage und der 4 breiten Radialblätter, begriffen waren.

Die Meduse war noch nicht geschlechtsreif.

14) *Ectopleura Dumortieri*. T. VII, F. 10—13.

Tubulariadae Ag.

*Tubularia Dumortieri*. van Beneden, Mém. de l'ac. roy. de Belg. XVII. 1844, p. 50. Pl. II.

— — Fauna litt. de Belgique, p. 111.

*Ectopleura Dumortieri*. L. Agassiz, Contrib. 1862. IV, p. 343.

— — Hincks, British-Hydroids. I, p. 124. II. Pl. XXI, F. 4.

— — Allman, Ann. and Mag. nat. hist. 1864. Tubularian Hydroids, p. 424.

Gleich *Hybocodon* kam mir nur ein noch ungeschlechtliches Exemplar zu Gesicht.

Umbrella ballonförmig, festonartig über den Ringkanal herabhängend. Gallertsubstanz stark entwickelt, die Sprossnatur der Meduse durch eine nach oben weit offene Trichteröffnung am aboralen Pol anzeigend. Von der Spitze der umbrella aus verlaufen auf ihrer Oberfläche rechts und links von jedem Radiärkanal zwei Streifen breiter, platter, zuweilen regelmässig sechseckiger Zellen, welche, wie bei *Hybocodon*, eine oder auch zwei runde, platte Nesselkapseln tragen. Am Bulbus vereinigen sich die Paare unter geringer Verbreiterung. Subumbrella und Velum stark entwickelt, Velaröffnung nur eng. Die 8 Befestigungsstreifen der Subumbrella bei Contraction sehr markirt. Marginalstrang ähnlich wie bei *Hybocodon* an den 4 radialen, breit zapfenförmigen Bulben stark anschwellend.

Das Epithel der 4 Radiärkanäle war so ungewöhnlich zart, dass dieselben nur mit einiger Mühe unterscheidbar waren.

Magen so lang, dass er bei stark contrahirter subumbrella an das velum stösst, umgekehrt flaschenförmig mit sehr umfangreichem Ansatz.

Die Entodermzellen kräftig entwickelt. Mund mit 4 länglichen, wulstigen Lippen besetzt und mit viereckiger Oeffnung, jedoch bis zu Punktgrösse zusammenziehbar,

Die Entodermzellen der Lippen und der Bulbi waren prächtig orange- bis purpurroth gefärbt. An den Lippen war die Tinction ganz zerstreut, indem hauptsächlich nur die Kerne der Entodermzellen gefärbt waren, in den Bulben waren die direct am Hohlraum gelegenen Zellen am stärksten tingirt, und strahlte von da an die Färbung weniger continuirlich in die mehr peripheri-

schen Zellen aus. („Scattered trough whole swelling at the base of the tentacles“. L. Agassiz). Dicht unter dem Magenansatz lag ein Ring von dunkelgrün gefärbten Entodermzellen. Da van Beneden von dieser brillanten Färbung gar nichts erwähnt, so wird sie auch hier, wie bei anderen Medusen, variiren und von der Nahrung abhängen — ein neuer Beweis, wie wenig systematischen Werth bei den Medusen noch so ausgezeichnete und eigenthümliche Färbungen haben. Ocellen fehlen ganz.

Die 4 hohlen Tentakel kurz und dick, oft spiralig aufgerollt und dicht mit runden Nesselkapseln bedeckt.

---

## Erklärung der Tafeln.

### Taf. II.

- Fig. 1. *Clytia Johnstoni*. Aeltere Meduse (vergr.).  
 Fig. 2. Junge Meduse (vergr.).  
 Fig. 3. Velarmuskeln.  
 Fig. 4—7. Randbläschen.  
 Fig. 8. Randbläschen in Entwicklung.  
 Fig. 9. Radialer Bulbus.  
     A Ectoderm, a äussere, zum Marginalstrang gehörige Bulbuszellen.  
         ma Marginalstrang  
         c Tentakelepithel  
         m Längsmuskelschicht  
     B Entoderm, i innere, zum Gastrovascularepithel gehörige Bulbuszellen  
         g Einfaches  
         r Geschichtetes } Gastrovascularepithel.  
 Fig. 10. *Campanulina acuminata*. Aeltere Meduse (vergr.).  
 Fig. 11. Unverdaulicher Körper im Radiärkanal. (Die Pfeile deuten die Stromrichtung des Chylus an.)  
 Fig. 12—13. Randbläschen, wahrscheinlich Theilungsstadien.  
 Fig. 14. Faltung des Magens (Grund der Vierlippigkeit des Mundes).  
 Fig. 15—20. *Tiaropsis scotica*. Randbläschen, von der Innenseite des Schirmrandes aus gesehen, oc Ocellus.  
 Fig. 21. Radialer Bulbus, t grosse, entodermale Centralzellen („Knorpelzellen“), sonst wie in F. 9.  
 Fig. 22. Abnormes Randbläschen, ohne Bläschenwand und Schutzverdickung des Marginalstrangs. Ansicht von der Unterseite des Schirmrandes aus. ve Velum.  
 Fig. 23. Zellen der Randbläschenwand (gez. bei 950facher Vergrösserung)  
 Fig. 24. Velarepithel. Profilansicht (Haematoxylin).  
 Fig. 25. Aeusseres Umbrellarepithel.  
 Fig. 26. Dass. Profilansicht.  
 Fig. 27. Dass. alcohol absol.  
 Fig. 28. Durchschnitt durch die Magenwand  
     A Ectoderm, e Epithel  
         m Muskelschicht  
     B Entoderm, gr Grossmaschiges Gewebe  
         g Geissel (Gastrovascular-) epithel.  
 Fig. 29. Junge Meduse vergr.  
 Fig. 30. Dies., natürl. Grösse.

## Taf. III.

- Fig. 1. *Obelia geniculata* (?). Alte Meduse, vergr.  
 Fig. 2. Junges Ovarium (Optischer Durchschnitt), se Ectodermales Epithel der unteren Umbrellarfläche, g Entodermales Gastrovascularepithel.  
 Fig. 3. Dass. Aelteres Stadium.  
 Fig. 4. Ovarium ohne „spadix“.  
 Fig. 5. Stark gefülltes Ovarium mit „spadix“.  
 Fig. 6. Optischer Durchschnitt durch ein reifes Ovar ohne „spadix“, mit sehr regelmässiger Eierlage.  
 Fig. 7. Austretendes Ei (die aufklappenden Epithelzellen genau nach der Natur gez.), ch Austretender Chylus.  
 Fig. 8. Wand des Ovarium am Eintritt des Radiärkanals.  
 Fig. 9. Lage eines reifen Ovars mit „spadix“ am Radiärkanal.  
 Fig. 10. Junger Hoden, sm Samenmutterzellen.  
 Fig. 11. Reifender Hoden, sa Samenzellen.  
 Fig. 12. Reifender Hoden mit z. Th. hervorgetretenen Sexualzellen.  
 Fig. 13. Ei, alcohol abs., me Membran.  
 Fig. 14. Spermatoblasten, durch gegenseitigen Druck abgeplattet.  
 Fig. 15. Samenzellen.  
 Fig. 16. Samenzelle (950fache Vergrößerung).  
 Fig. 17. Chyluskörperchen.  
 Fig. 18. Tentakel. Bez. wie bei Taf. II, Fig. 21. U Umbrellarsubstanz.  
 Fig. 19. Getheilte, oberste Tentakelcentralzelle.  
 Fig. 20. Randbläschen mit Nebenconcretion.  
 Fig. 21. Nervenaustritt aus dem Basalpolster.  
 Fig. 22. Randbläschen. Schiefe Ansicht.  
 Fig. 23. Zerbrochene Concretion.  
 Fig. 24. Isolirte Nervenfibrillen mit Ganglienzellen. si Sinnesbläschen.  
 Fig. 25. Tentakelepithel.  
 Fig. 26. Epithel des Ovariums. (= ectodermales, unteres Umbrellarepithel).  
 Fig. 27. Contractile Zellen des unteren Umbrellarepithels.  
 Fig. 28. Pflasterepithel der oberen Hälfte des Ringkanals.  
 Fig. 29. Ringkanal.  
 Fig. 30. Entodermzellen der Magenwandung.  
 Fig. 31. Desgl. an den Lippen.  
 Fig. 32. Aeusseres Umbrellarepithel.  
 Fig. 33. *Obelia dichotoma*, nat. Gr.  
 Fig. 34. *Obelia geniculata* (?) nat. Gr.

## Taf. IV.

- Fig. 1. *Lizzia octopunctata*. Ruhig schwimmende Meduse mit ausgestreckten 24 Tentakeln, g getheilter Tentakel (vergr.).  
 Fig. 2. Meduse mit kurzen und contrahirten 20 Tentakeln in lebhafter Schwimmcontraction.  
 Fig. 3. Unsymmetrisches Lamellensystem in der umbrella.  
 Fig. 4. Verästelungsweise der Mundarme.  
 Fig. 5. Umbrella nach Haematoxylintinction.  
 Fig. 6. Radiärer Zerfall der umbrella. Acid. acet. und Carmin.

Fig. 7. Marginalstrang-Zellen, von der Fläche gesehen.

Fig. 8. Subumbrellarepithel.

Fig. 9. Entodermzellen des Magens, durch Chylus gefärbt. Zerzupfungspräparat.

#### Taf. V.

Fig. 1—23. *Lizzia octopunctata*. Knospenentwicklung.

Fig. 1. Verdickung des Magenepithels.

Fig. 2. Concentration der Verdickung.

Fig. 3. Gastrula-Knospe.

Fig. 4. Rückstülpung des Entodermzapfens, Sichtbarwerden der centralen Cavität.

Fig. 5. Anlage des Magens. Erste Sonderung der Ectodermzellen.

Fig. 6. Auswachsen des Magens.

Fig. 7. Dass. Stadium. Oberflächliche Einstellung.

Fig. 8. Knospe von oben gesehen. Flächenansicht.

Fig. 9. Dies. bei tiefer Einstellung.

Fig. 10. Dies. bei hoher Einstellung.

Fig. 11. Sprossung der radiären Mitteltentakel. Abspaltung des velums (ve). Einströmen des Chylus.

Fig. 12. Spitze der Knospe bei oberflächlicher Einstellung.

Fig. 13. Anlage der 8 Bulbi, von oben gesehen.

Fig. 14. Anlage der radiären Seitententakel.

Fig. 15. Spitze einer entwickelteren Knospe.

Fig. 16. Optischer Längsschnitt durch eine noch ältere Knospe mit zusammengeknäuelten Tentakeln und beginnender Tochttersprossung (die eine Hälfte des Zirkelkanals ist mit angedeutet).

Fig. 17. Zellen des Radiärkanals einer ziemlich ausgewachsenen Knospe.

Fig. 18 a, b, c. Allmähliches Ausscheiden der Gallertsubstanz und Reduction der Ectodermzellen, r Radiärkanalzellen (ent.), su subumbrella (ect.).

Fig. 19. Beginnende Viertheilung des Mundrandes.

Fig. 20. Anlage der zweigetheilten Mundarme.

Fig. 21. Knospe im Moment der Entrollung ihrer 16 Tentakel.

Fig. 22. Aboraler Pol einer Knospe nach Abschnürung der umbrella.

Fig. 23. Ectodermzellen einer jungen Knospe.

Fig. 24. Sprossung des 2. Interradialtentakels.

Fig. 25 a, b. Ergreifen eines Copepoden.

Fig. 26. Durchchnittsansicht eines Radiärkanals und seiner Umgebung.

#### Taf. VI.

Fig. 1. *Lizzia octopunctata*. Durchschnitt durch die Magenwandung. Bez. wie bei Taf. II, Fig. 28.

Fig. 2. Nesselknopf an der Spitze eines Mundarmastes mit ausgestülpten Nessel-fäden (acid. acet.), letztere nicht ausgezeichnet.

Fig. 3. Aus Spermatoblasten bestehender Hodenwulst eines proliferirenden Männchens.

Fig. 4. Muskelschicht unter dem Tentakelepithel.

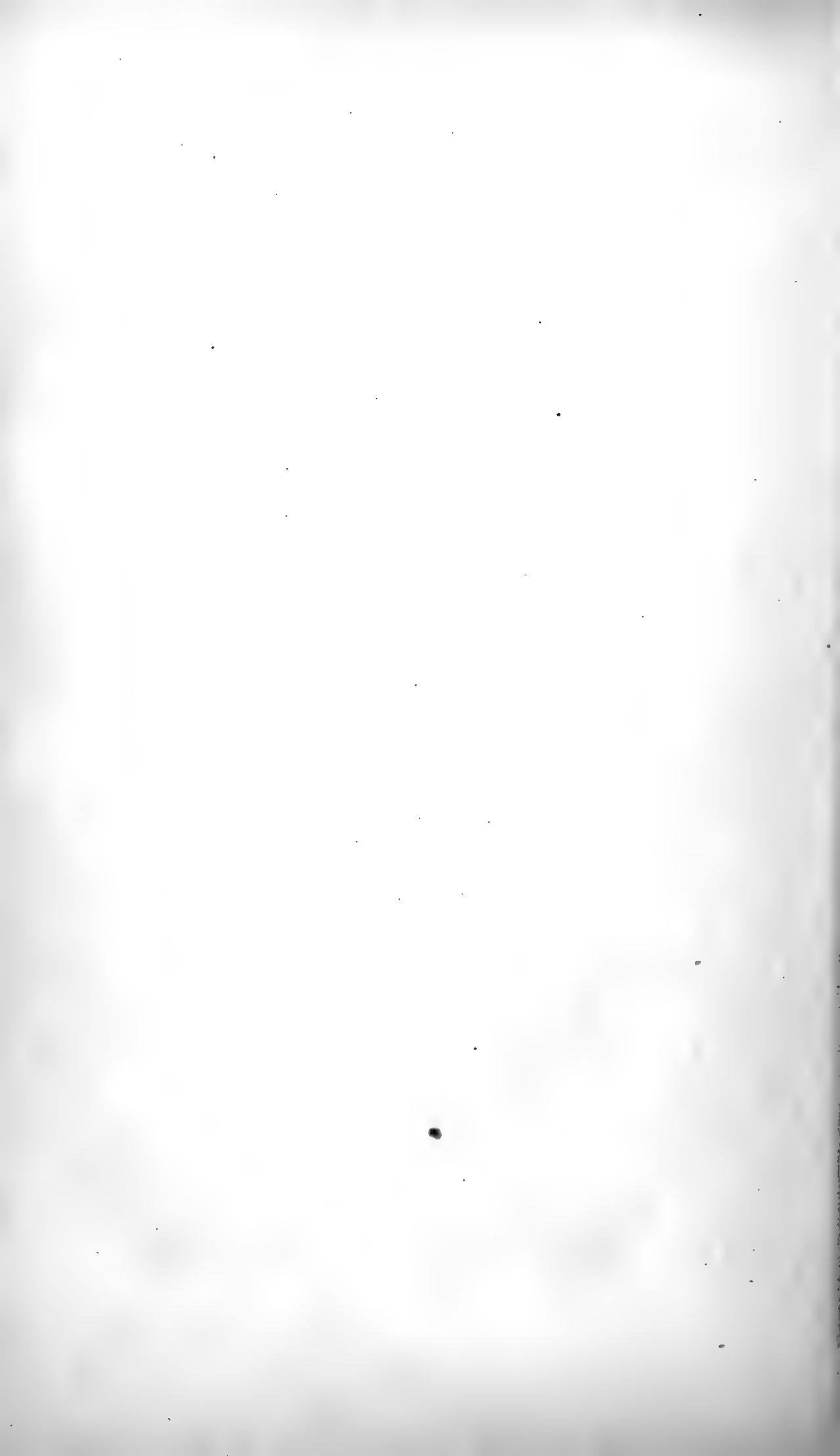
- Fig. 5. *Lizzia blondina*, junge Meduse (vergr.).  
 Fig. 6. *Bougainvillia ramosa*, desgl.  
 Fig. 7—9. *Syncoryne* (*Sarsia*) *eximia*. Magenformen, Fig. 7 mit Fetttropfen erfüllt, ur Umbrellarrand.  
 Fig. 10. Radiale und circuläre Muskeln des Magens bei intacten Geweben.  
 Fig. 11. Dies. bei Anwendung von Druck.  
 Fig. 12. Unterer Rand der Muskulatur nach theilweise entferntem Epithel.  
 Fig. 13. Isolirte Muskelfaser.  
 Fig. 14. Quergestreifte Subumbrellarmuskeln und glatte Längsmuskeln längs eines Radiärkanals.  
 Fig. 15. Abgerissene Subumbrellarmuskeln. Zerzupfungspräparat.  
 Fig. 16. Contrahirte Geisselzelle des inneren Magenepithels.  
 Fig. 17. Zellen des äusseren Umbrellarepithels.  
 Fig. 18. „ „ inneren „ „  
 Fig. 19. Zellen eines abgelösten Stücks Subumbrellarepithel.  
 Fig. 20. Geisselzellen des Magens von der Basis gesehen.  
 Fig. 21. Ectodermzellen der Mundgegend.  
 Fig. 22. Isolirte Nesselkapsel am Magen (alcohol absol.).  
 Fig. 23. Grosse und kleine Nesselkapseln des Tentakelepithels.  
 Fig. 24. Tentakelepithel.  
 Fig. 25. *Syncoryne eximia*, stark contrahirt, von oben gesehen (vergr.).  
 Fig. 26. Durchschnitt durch den mit Fetttropfen und einem Copepoden gefüllten Magen. Bez. wie Taf. II, Fig. 28.

Taf. VII.

- Fig. 1. *Syncoryne* (*Sarsia*) *eximia*, mit ausgestrecktem Magen, in Schwimmbewegung.  
 Fig. 2. Dies. Meduse mit contrahirten Tentakeln und gefülltem Magen im Zustande der Verdauung.  
 Fig. 3. Radialer Bulbus. Flächenansicht.  
 Fig. 4. „ „ Radialer Längsschnitt.  
 Fig. 5. Zerstreuter Ocellus.  
 Fig. 6. Tentakelepithelzellen ohne Nesselkapseln.  
 Fig. 7. *Hybocodon prolifer* (vergr.).  
 Fig. 8. Zellen eines umbrellaren Nesselkapselstreifens.  
 Fig. 9. Nesselkapsel.  
 Fig. 10. *Ectopleura Dumortieri* Bulbus.  
 Fig. 11. Umgebung eines Radialbulbus, U umbrella, su subumbrella, r Radiärkanal, st Anheftungstreifen der subumbrella, n Nesselkapselstreifen.  
 Fig. 12. Zellen eines Nesselkapselstreifens.  
 Fig. 13. Junge Meduse (vergr.).

Anm.: Durch ein Versehen ist im Text Abschn. I—III stets Taf. I—VI statt II—VII citirt, sodass folglich für Taf. I immer Taf. II etc. zu lesen ist.





# Ueber die Verzweigungen der Blutgefässe.

Eine morphologische Studie\*)

von

**Dr. W. Roux,**

approb. Arzt aus Jena.

Hierzu Tafel VIII.

---

## I. Methodik und Fehlerquellen.

§. 1. Im Laufe einer unternommenen Arbeit über die Entwicklung der Leber trat die Nöthigung an mich heran, um mit Verständniss weiter arbeiten zu können, zunächst eine allgemeinere Untersuchung über die Modi der Blutgefässverzweigungen und -Verbindungen anzustellen und zuzusehen, ob innerhalb der grossen Mannichfaltigkeit derselben nicht irgendwelche Regeln bestimmend sich aussprechen.

Im Folgenden werden die Resultate dieser Untersuchungen mitgetheilt werden, nachdem zuvor die technische Methode, mittelst deren sie gewonnen sind, und die Fehlerquellen einer kurzen, zur Beurtheilung der Zuverlässigkeit der Resultate nöthigen Darlegung gewürdigt worden sind. In einem dritten Abschnitt werden dann einige Erklärungsversuche über einen Theil der gefundenen Erscheinungen angestellt werden. —

Da es sich darum handelte, die Gestalt des Lumens und die räumlichen Lagerungsbeziehungen verzweigter, hohler Gebilde lebenswahr dem Auge darzustellen, musste zur Corrosionsmethode gegriffen werden, und es war die Aufgabe, eine Injectionsmasse ausfindig zu machen, welche geeignet ist, dieser Forderung zu entsprechen.

Von den zunächst versuchten, bekannten Corrosionsmassen zeigte sich die sonst leicht zu handhabende Hoyer'sche Schellackmasse deshalb nicht geeignet, weil sie sehr spröde und bröckelig ist, so dass die mit ihrer Hülfe hergestellten Abgüsse feinerer

---

\*) In Separatabdruck und als Diss. inaug. erschienen bei Gust. Fischer, Jena 1878.

Gefässäste die beim Messen nöthigen Manipulationen nicht unversehrt auszuhalten, geschweige denn zu überstehen pflegen.

Versuche mit Hyrtl's Masse aus eingedicktem Mastixfirniss erwiesen sie gleichfalls als für die genannten Zwecke unbrauchbar, weil sie selbst bei Siedetemperatur noch so dickflüssig ist, dass, wenn die Organe nicht bis zum Verbrühen erwärmt sind, unter relativ starkem Druck injicirt werden muss, wobei dann Dehnungen der Gefässe entstehen, welche bei der Fixirung der Gefässe auf weniger dehnbarer Unterlage zu Biegungen führen, die in ihrer Gestalt der Ausnutzung des vorhandenen Spielraumes entsprechen: Schlängelungen bis zu mäandrischen Krümmungen, bis zu einander folgenden Biegungen von  $180^\circ$  nach entgegengesetzter Richtung, und Spiralwindungen.

Es galt also, eine in der gewöhnlichen Zimmertemperatur vollkommen unbiegsame, nicht zu brüchige, der Salzsäureeinwirkung widerstehende Masse zu finden, welche schon unterhalb der Siedewärme des Wassers schmilzt und dabei dünnflüssig wie lebendes Blut ist. Die Siedetemperatur muss deshalb vermieden werden, weil in ihr die verschiedenen Gewebe ihre Cohäsion und Elasticität in verschiedener Weise ändern, so dass Verzerrungen entstehen. Zu diesem Zwecke wurde eine Reihe von Stoffen, welche in der Kälte und in der Hitze annähernd die verlangten Eigenschaften besaßen, ausgewählt und Theile von ihnen in Salzsäure, andere Theile aber in Kalilauge gethan; Letzteres, um auch eine Masse zu finden, welche zur Corrosion des Gehirns und Rückenmarkes sich eignet, da diese sowie auch die Nerven, Epidermis, Haare und Linse von Säuren nicht corrodirt werden.

§. 2. Es ergab sich, dass eine Mischung von 5 Theilen Colophonium und 1 Theil weissen Wachses den vorliegenden Bedürfnissen vollkommen entspricht, indem, bei dem Vorhandensein der sonstigen verlangten Eigenschaften, Fäden aus ihr von 0,3 Mm. Dicke noch vollkommen unbiegsam sind. Ebenso gut hielt auch eine Mischung von Colophonium und Rindstalg die Corrosion aus; da aber das Rindstalg die Masse nicht bloß elastisch, sondern auch etwas biegsam macht, wurde es nicht weiter verwandt.

Mit dieser Mischung aus Wachs und Colophonium erhielt ich nun mit steigender Uebung immer bessere Präparate, so dass zuletzt die Abgüsse der Gefässe mancher Organe keine einzige Biegung im Verlauf der Aeste zeigten.

§. 3. Die Fehlerquellen angehend, welche in der Zeit vom normalen Leben des Organes bis zur notirten Messung des Gefäss-

abgusses die Richtigkeit der Resultate beeinträchtigen können, und bezüglich ihrer Elimination ist Folgendes zu erwähnen. Organe mit macroscopisch wahrnehmbaren pathologischen Eigenschaften wurden nicht injicirt. Die alterirende Einwirkung der Todtenstarre der Gefässmuskeln und der anderen Gewebe konnte bei den menschlichen Organen nicht umgangen werden, aber für die Untersuchungen an Thieren wurden die aus dieser Ursache entspringenden Fehler vermieden, indem die Injection sofort nach dem Tode ausgeführt wurde. Für die Untersuchungen an menschlichen Organen muss sogar eine beginnende Fäulniss als alterirend in Rechnung gebracht werden. In Bezug auf die Lebensalter wurden die Resultate an 2 Neugeborenen, 1 einjährigen Kinde, 2 Männern von etwa 30, und 4 Männern von etwa 60 Jahren gewonnen.

Ferner sind zu berücksichtigen die äusseren und inneren Gestaltveränderungen der Organe, welche stattfinden, wenn dieselben, durch Eröffnung der sie einschliessenden Höhlen oder gar durch vollkommenes Herausnehmen aus dem Körper, aus dem System allseitig einwirkender Druck- und Zugkräfte, unter welchen sie entstanden sind und gelebt haben, entfernt werden. Zur Beschränkung dieser Fehler wurde möglichst *in situ naturali* injicirt. Die Lungen wurden daher ohne Eröffnung der Brusthöhlen injicirt: zuerst die Trachea und dann vom allein eröffneten Herzbeutel aus die Lungenarterien und Lungenvenen. Die Aorta thoracica und die Herzarterien wurden ebenfalls bei geschlossenen Brusthöhlen, von der Aorta abdominalis aus, injicirt, sowie auch die Venen des Thorax und Herzens, deren Injection von der V. jug. ext. aus geschah, nachdem vorher mit einer langen, möglichst weiten und entsprechend gebogenen Glasröhre das flüssige und geronnene Blut aus dem rechten Vorhof und Ventricel durch Aspiration grösstentheils entfernt worden war. Die V. cava inf. muss dabei vorher, von der Bauchhöhle aus, oberhalb der Leber unterbunden worden sein.

Die Erwärmung geschah in nie über 45° zeigendem Wasser.

Die aus dem Körper herausgenommenen injicirten Organe zeigten viel mehr Ausnahmen von den unten aufgestellten Regeln, zumal an den Randtheilen, wo sich dann auch Biegungen der Aeste in der Continuität derselben zeigten.

Ein weiterer, zu beachtender Umstand ist der, dass die Venen, zumal die Nierenvenen, älterer Individuen in prall gefülltem Zustande so dick sind, dass sie die in ihrer Nähe verlaufenden, und

von der eben vorhergegangenen Injection noch mit weicher Masse erfüllten Arterien stark verbiegen und so Formen derselben erzeugen, welche nicht physiologisch sein können, da eine dauernd pralle Füllung der inneren Venen normal nicht besteht.

§. 4. Es ist nun zu erörtern, wie weit überhaupt die Injection mit erstarrenden Massen fähig ist, uns die Gestalt des Gefässlumens während des Lebens zu zeigen.

Wenn man erwägt, dass in der Zeit des Erstarrens der Injectionsmasse die Propulsionsbewegung derselben längst aufgehört hat, so erhellt, dass die Injection uns die Gefässe blos im ruhend gefüllten, und daher in jedem Querschnitt der Kreisform möglichst genäherten Zustande giebt, während von der Gestalt, welche der hier Strudel bildende, dort anprallende, da sich verbreiternde und dort sich zusammenziehende Blutstrom vielleicht hervorbringt, nichts zu erkennen sein wird; es sei denn dass Anpassungen der Gefässwand und ihrer Umgebung an diese Stromformen stattgefunden hätten, welche so fest wären, dass sie durch den ausgleichenden Seitendruck der Injection nicht oder wenigstens nicht ganz überwunden würden. Dies würde um so eher der Fall sein, je weniger der Injectionsdruck den physiologischen Blutdruck des Organes übersteigt.

Es folgt daraus, dass man zwar aus einem runden Querschnitt des Abgusses nicht auf die gleiche Gestalt desselben während des Lebens schliessen darf, dass aber umgekehrt eine von der Kreisform abweichende Gestalt des Querschnittes der Abgüsse auf ein physiologisches Bedingtsein und auf ein Bestehen während des Lebens hinweist, falls nämlich die Erscheinung constant ist und ihrer Natur nach nicht auf äussere Einwirkungen zurückgeführt werden kann.

Hoher Injectionsdruck wird aber nicht blos den Querschnitt abrunden, sondern auch, je nach der Festigkeit der Wandung, mehr oder weniger vergrössern. Da nun die Verzweigungsstellen der Arterien festere Wandungen haben, als der Verlauf der Gefässe, so wird letzterer vorzüglich betroffen werden; was auch die Erfahrung genugsam bestätigt hat, indem die durch Injection erhaltenen Resultate, welche eine vom Ursprung des Gefässes an allmählich immer stärker werdende Erweiterung ergaben, mit den Befunden an nicht injicirten, aufgeschnittenen entsprechenden Gefässen der anderen Körperhälfte oder anderer Individuen verglichen wurden. Diese Alterationen entstehen schon bei einem Drucke, welcher noch keine deutlichen Verlängerungen und ent-

sprechende Schlängelungen hervorzubringen vermag. So schwer es daher ist, sie zu vermeiden, so ist es bei der wasserähnlichen Dünnflüssigkeit der angewandten Masse schliesslich doch gelungen, zu hohen Injectionsdruck vollkommen auszuschliessen. Nach der Injection muss das Organ bis zur vollendeten Erstarrung vollkommen unverändert in seiner natürlichen Lage erhalten werden, wenn nicht Verbiegungen entstehen sollen. Die Erstarrung pflegt selbst bei Anwendung kalten Wassers nicht vor 6 Stunden beendet zu sein, da sie nicht durch die Abkühlung allein bedingt ist. Vom Momente der vollkommenen Erstarrung dagegen an können auf die Präparate keine Fehler bildenden, sondern nur zerstörende Kräfte eingewirkt haben, denn die genannte Masse ist bis zu einer Temperatur von  $18^{\circ}$  vollkommen unbiegsam, und das Wasser, in welchem die Präparate bis nach der Messung aufbewahrt wurden, hat die Temperatur von  $14^{\circ}$  nie überschritten.

§. 5. Messungen der Gefässe, welche, um die Genese zu studiren, an der Area vasculosa und dem Amnion des Hühnchens bis zum 9. Brüttage vorgenommen wurden, geschahen an Präparaten, welche mit  $\frac{1}{4}$  procentiger Ueberosmiumsäure gehärtet und nur möglichst kurze Zeit zur Aufhellung in gut verharztem Terpentin gelassen waren. Trotzdem aber können die Resultate dieser Messungen natürlich keinen Anspruch auf ähnliche Naturwahrheit machen, wie die an Corrosionspräparaten gewonnenen.

§. 6. Noch müssen berücksichtigt werden die Fehlerquellen und Fehlergrössen, die aus den angewandten Methoden des Messens sich ergeben.

Die Gefässe von weniger als 2,6 Mm. Durchmesser wurden microscopisch gemessen; und da dabei die Fehlergrösse durch Einstellung, Seitenverschiebung des Oculars und schräge Projection nicht wohl einen halben Theilstrich des Ocularmicrometer überschritten haben kann, das Objectiv aber stets so stark gewählt wurde, dass der schwächste Ast wenigstens 10 Theilstriche deckte, so beträgt das Maximum der aus diesem Acte des Messens hervorgehenden Fehlergrösse  $\frac{1}{20}$ , welchem im Durchschnitt aber nur etwa  $\frac{1}{35}$  entsprechen dürfte.

Die Stärke 2,6 Mm. und darüber im Durchmesser haltender Gefässe wurde mit einem gut justirten Tasterzirkel aufgenommen und unter Auflegen auf einen in halbe Millimeter getheilten Maassstab unter Loupenvergrösserung abgelesen. Das Maximum der Fehlergrösse kann hier  $\frac{1}{15}$ , das Mittel etwa  $\frac{1}{25}$  betragen.

Die Winkelmessung geschah microscopisch mit einem Gonio-

meterocular vereinfachter Construction, macroscopisch durch Anhalten eines genau gearbeiteten Winkels mit verstellbaren Branchen und Uebertragen auf einen Transporteur. Die Fehlergrösse, die sich aus dem Bau der Messinstrumente ergibt, umfasst hier einen halben Grad. Da es bei den Winkelmessungen aber darauf ankommt, dass die Verzweigungsebene der Gefässe genau parallel ist der Winkalebene des Goniometer, so ist die Genauigkeit des Resultates direct abhängig von der Uebung des Messenden. Wir glauben als Maximum der vorgekommenen Winkeldifferenz beider Ebenen  $10^\circ$  bezeichnen zu können, wobei dann das Fehlermaximum, wenn die Drehung als um einen der Schenkel des Winkels erfolgt, angenommen wird, bei Winkelgrössen von  $45^\circ$  liegt und  $-26'$  beträgt, nach der leicht zu entwickelnden Formel

$$\operatorname{tg} x = \operatorname{tg} \alpha \cos \varphi.$$

In dieser Formel bezeichnet  $\alpha$  den Astwinkel und  $x$  die Projection desselben bei der Drehung um  $\varphi$  Grad. Wenn die Drehung als um eine in der Verzweigungsebene gelegene Senkrechte zu einem der Schenkel angenommen wird, liegt das Maximum gleichfalls bei  $45^\circ$  und beträgt  $+26'$  nach der Formel

$$\operatorname{tg} x = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \varphi}.$$

Von  $45^\circ$  an nimmt die Fehlergrösse nach beiden Seiten hin rasch ab, und man ersieht aus der Vorzeichnung, dass bei gleichzeitiger Drehung nach diesen beiden Richtungen die Fehler beider sich gegenseitig verringern, eventuell aufheben.

Die Fehlergrösse der Winkelmessungen wird noch beträchtlich gesteigert durch den Umstand, dass die Gefässe am Ursprung resp. an der Vereinigungsstelle nicht parallel contourirt sind, wozu noch kommt, dass viele Gefässe nicht gleich in ihrer definitiven Richtung entspringen, sondern dieselbe erst durch allmähliche Biegung erlangen. Durch diese Momente wird die Fehlergrösse von  $1^\circ$  auf  $2^\circ$ , ja manchmal noch mehr erhöht, so dass sie im Mittel  $\frac{1}{15}$ , im Maximum bei geringen Ablenkungen des Stammes  $\frac{1}{3}$ , selbst  $\frac{1}{2}$  erreichen kann. Wie in diesen Fällen verfahren wurde, um ausser durch Repetition der Messung die Fehler zu verringern, kann erst nach genauer Beschreibung der Gestalt der Gefässverzweigungen mitgetheilt werden (§. 56).

§. 7. Für die Wahl des Materials war der Zufall entscheidend; doch glaube ich dem Principe der Vollständigkeit der Untersuchungen annähernd Genüge geleistet zu haben, indem ich vom



Menschen 6 Lebern Erwachsener, 2 Kindslebern, 7 Nieren Erwachsener und 2 Kindsnieren, 2 Milzen Erwachsener und 1 Kindsmilz, 4 Aorten, 2 mal die Extremitätenarterien, 3 mal die Gehirnarterien, 2 mal die Arterien des Kopfs, 3 mal die Herzarterien und Venen, 2 mal die Thorax- und Oberarmvenen, 2 Lungen Erwachsener und 1 Kindslunge mit Corrosionsmasse injicirt und untersucht habe. Dazu kommen noch Vergleiche an vielen Organen, deren Gefässe blos mit der Scheere aufgeschnitten wurden, und an mit Wachs injicirten Hirnhäuten, Därmen und Extremitäten.

Von Thieren wurden injicirt: Die Lebern von 2 Kaninchen, 2 Katzen und 1 Meerschweinchen; 2 Kaninchen- und 1 Katzenaorta, 2 Kaninchenmilzen, die Lungen und die Extremitätenarterien eines Kaninchens und eine Krokodilleber. Auch hier stehen den Corrosionsresultaten eine grosse Anzahl von Inspectionen natürlich injicirter flächenhafter Organe und Untersuchungen mit der Scheere ergänzend und controlirend zur Seite.

## II. Morphographie der Blutgefässverzweigungen und -Verbindungen.

### A. Richtungsverhältnisse.

§. 8. Regel I: Die Axe des Ursprungstheiles jedes Arterienastes liegt in einer Ebene, welche durch die Axe des Stammgefässes und den Mittelpunkt der Ursprungsfläche des Astes bestimmt ist.

Diese Verzweigungsebene κατ' ἐξοχήν soll im Folgenden der leichteren Verständigung halber immer Stammachsen-Radialebene genannt werden, wobei unter Radius speciell der durch das Loth von der Mitte der Ursprungsfläche des Astes auf die Axe des Stammgefässes dargestellte verstanden ist. Bei Betrachtung in einer der Stammesaxe parallelen Richtung muss der Ast nach dieser Regel also immer die Richtung dieses Radius zeigen (s. die Tafel, Fig. 1).

Die Regel gilt fast ausnahmslos für die Arterien derjenigen Organe, welche wenn auch geringen Volumenschwankungen, so doch nicht bedeutenden Gestaltveränderungen während des Lebens

ausgesetzt sind: So für die Arterien der Nieren, der Milz, der pia und dura mater, für den Ursprung der meisten Intercostalararterien, für den Gefässhof des Hühnchens, ja im Allgemeinen selbst für die Lungenarterien; ausserdem noch für die Verzweigungen der V. port., welche auch in den folgenden für die Arterien ausgesprochenen Regeln immer mit einbegriffen sind, soweit nicht Unterschiede besonders hervorgehoben werden. Dagegen zeigen die Aeste der zwischen Muskeln verlaufenden Arterien der Extremitäten, des Halses, der Bauchwand, weniger der Gedärme, auch bei Injection in physiologischer Ruhestellung eine beträchtliche Anzahl, etwa 20 Procent, Ausnahmen: Ein Verhalten, das sich bei diesen Gefässen für die folgenden Regeln wiederholt und noch steigert. Bei flüchtiger Betrachtung scheint die Zahl der Ausnahmen an diesen Localitäten noch grösser, da ein grosser Theil der Aeste, welche seitwärts von der Stammaxen-Radialebene verlaufen, doch in ihr entspringt und nur gleich nach dem Ursprung sich seitwärts aus ihr herausbiegt.

Eine der evidentesten und, wie es scheint, ziemlich constanten Ausnahmen bilden die Arterien einer Localität, an welcher die stattfindenden Gestaltveränderungen durch Bewegung der Theile nicht eine genügende Veranlassung bieten, nämlich an der hinteren Biegung des Arcus aortae. Die daselbst entspringenden seitwärts verlaufenden feinen Arterien weichen mit ihrem Ursprunge schon an 70 ° aus der Stammaxenradialebene ab. Ein ähnliches Verhalten kommt an Aa. lumbales vor.

§. 9. Die Einmündung der Venen in einen Stamm geschieht im Allgemeinen in einer den beschriebenen Verhältnissen der Arterienverzweigungen entsprechenden Weise, indem die Axe des Einmündungsstückes des Astes in ihrer Verlängerung die Axe des Stammes schneidet. Doch sind hiervon Abweichungen, namentlich geringeren Grades, und selbst an den Drüsenvenen nicht selten.

§. 10. Regel IIa.: Bei der Abgabe eines Astes zeigt sich der Arterien-Stamm von seiner bisherigen Richtung abgelenkt.

Eine solche Ablenkung des Stammes ist bloss wahrnehmbar, wenn der definitive Durchmesser des Astlumens wenigstens  $\frac{2}{5}$  dessen des Stammes beträgt.

Es ist hierbei und auch im Folgenden immer bei jeder Verzweigung das schwächere Gefäss als der Ast und das stärkere als die Fortsetzung des Stammes angesehen worden.

Diese Verhältnisszahl  $\frac{2}{5}$  hat bloß die Bedeutung eines Mittelwerthes, denn es kommt vor, dass bei  $\frac{1}{2}$  keine Ablenkung vorhanden ist, während sie bei einer Aststärke von  $\frac{1}{3}$  des Stammdurchmessers deutlich ausgesprochen sein kann, da ausser der relativen Stärke des Astes noch andere Factoren die Ablenkungsgrösse des Stammes bestimmen. Dass aber die Ablenkung des Stammes bei der Theilung eine Function der Astabgabe und nicht umgekehrt die Astabgabe eine Function der Ablenkung des Stammes ist, geht daraus hervor, dass Astabgaben ohne gleichzeitige Ablenkung des Stammes vorkommen. Wir werden daher im Folgenden immer die Ablenkung des Stammes als in Abhängigkeit von den Verhältnissen des Astes, nicht umgekehrt, darstellen und werden ausserdem in §. 32 Gelegenheit erhalten, einen noch zwingenderen Grund für diese Auffassungsweise anzuführen.

Evidente Ausnahmen von dieser Regel kommen vor, und zwar besonders in muskulösen Theilen und am Rande der Leber, indem sich in diesen Theilen der Stamm zuweilen gerade fortsetzt, trotz der Abgabe eines relativ starken Astes. Es ist noch nicht eruirt, ob diese Erscheinung am Leberrande physiologisch oder artefact ist.

§. 11. Für die Venen besteht wieder eine entsprechende Regel, indem der durch die Vereinigung zweier Venen gebildete Stamm von der Richtung beider Gefässe abweicht. Diese Abweichung findet hier schon statt, wenn der Durchmesser des schwächeren Gefässes im Mittel auch nur  $\frac{1}{4}$  vom Durchmesser des stärkeren beträgt.

§. 12. Regel IIb.: Die bezüglichliche Ablenkung des Arterien-Stammes erfolgt in der Weise, dass seine Axe in der durch die Ursprungsstelle des Astes bestimmten Stammaxen - Radialebene verbleibt.

Die Lage des Mittelpunktes der Ursprungsstelle des Astes zur Axe des Stammes ist also nicht bloß bestimmend für die Ursprungsrichtung des Astes, sondern auch für die Richtung der abgelenkten Fortsetzung des Stammes. Ausnahmen von dieser Regel sind selbst an den Extremitäten nicht häufig und, wenn man sie an Drüsen findet, kann man sicher sein, dass sie durch fremde äussere Einwirkungen bedingt sind. Wenn darauf geachtet wird, wird man in diesen letzteren Fällen noch weitere Spuren solcher Einwirkungen an der Nachbarschaft dieser Stellen

bemerken, nämlich Ausnahmen von noch anderen, im Folgenden aufzuführenden Regeln, welche alle nach einer Richtung hin liegen und so auf eine gemeinsame Ursache hinweisen, an anderen, besser gelungenen Präparaten aber fehlen. Die Krümmung der Oberfläche des Körpers und der einzelnen Organe kommt für die Verzweigungen der in ihr verlaufenden Arterien nicht in Betracht, da sich, wie besonders hervorgehoben werden muss, diese und auch die noch folgenden Regeln nur auf das Anfangsstück der Gefässe nach der Theilung, nämlich bloss auf eine Strecke beziehen, welche nicht viel grösser ist als der Querdurchmesser des betreffenden Gefässes.

§. 13. Für die Venen lautet die entsprechende Regel: Die Axe des aus der Vereinigung zweier Venen hervorgehenden Stammes liegt in der durch die Axen der beiden Gefässe bestimmten Ebene.

Hierbei ist natürlich die Erfüllung der Regel I, §. 9 die nothwendige Voraussetzung, da sonst keine Ebene durch die beiden Axen gelegt werden kann. Kleine Abweichungen sind auch hier wieder, wie von Regel I, ziemlich häufig.

§. 14. Regel IIc.: Die Ablenkung des Stammes erfolgt nach der dem Aste entgegengesetzten Seite.

Ausnahmen von dieser Regel sind sehr selten und kommen bloss an den „Muskelarterien“ vor.

§. 15. Für die Venen hat diese Regel gleichfalls Giltigkeit und lautet hier:

Der durch die Vereinigung zweier Venen entstehende Stamm weicht von der Richtung des stärkeren beider Gefässe nach der des schwächeren hin ab.

§. 16. Regel IId.: Die Ablenkung des Arterienstammes ist stets geringer als die Abweichung des Astes von der ursprünglichen Stammes-Richtung.

Ausnahmen von dieser Regel finden sich wieder bloss an den „Muskelarterien“ in dem in §. 8 angegebenen Sinne.

§. 17. Für die Venen erhält die Regel folgende Form: Der aus der Vereinigung zweier Venen hervorgehende Stamm weicht weniger von der Rich-

tung des stärkeren beider Gefäße ab, als von der des schwächeren.

§. 18. Die einzelnen Bestimmungen der Regel II zusammengefasst, lautet sie für Arterien (s. Fig. 9):

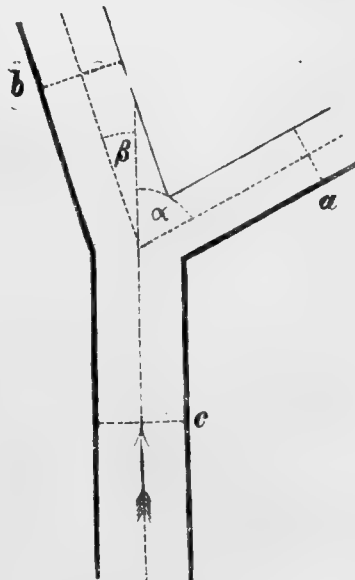
Bei der Abgabe eines Astes, dessen Durchmesser im Lichten  $\frac{2}{5}$  des Stammesdurchmessers überschreitet, zeigt sich der Arterien-Stamm von seiner ursprünglichen Richtung innerhalb der Stammaxen Radialebene abgelenkt, und zwar erfolgt diese Ablenkung nach der dem Aste entgegengesetzten Seite und ist stets geringer, als die Abweichung des Astes von der ursprünglichen Stammesrichtung.

Für Venen:

Der durch die Vereinigung zweier Venen hervorgehende Stamm weicht innerhalb der Vereinigungsebene beider Gefäße von der Richtung des stärkeren nach der des schwächeren hin ab, wofern der Durchmesser des schwächeren Gefäßes  $\frac{1}{4}$  vom Durchmesser des stärkeren überschreitet. Diese Abweichung erfolgt in der Weise, dass die Richtung des Stammes der des stärkeren Gefäßes näher steht als der des schwächeren.

§. 19. Regel III: Die Grösse der Ablenkung, welche der Arterien-Stamm in Regel II entsprechender Weise bei der Astabgabe erfährt, wächst mit der relativen Stärke des Astes.

Hierbei ist die Stärke des Astes auf die der Fortsetzung des Stammes bezogen. Wenn wir nun, wie in nebenstehender Fig., den Durchmesser des Astes mit  $a$ , den der Fortsetzung des Stammes mit  $b$  bezeichnen und  $\alpha$  den Ast-Winkel, das heisst den Winkel, welchen der abgehende Ast mit der ursprünglichen Stammesrichtung macht, und  $\beta$  den Winkel, welchen die Fortsetzung des Stammes nach der Astabgabe mit dieser Richtung bildet, nennen wollen, wobei dann  $\alpha + \beta$  den Verästelungs-Winkel darstellen würde, so müssen wir unsere Messungen nach  $\alpha$  ordnen, um Reihen zu erhalten, in welchen  $\alpha$  entweder ganz gleich ist oder nur innerhalb der



Fehlergrenze variirt; alsdann können wir sehen, ob innerhalb dieser Reihen der Regel entsprechend die zugehörigen  $\beta$  mit der Grösse des Quotienten  $\frac{a}{b}$  zugleich wachsen.

Es sind in den folgenden Tabellen die Grössen vom Durchmesser des Stammes vor der Verästelung und von  $a$  und  $b$  nicht mit aufgeführt, einerseits um nicht unnöthiger Weise den doppelten

Tabelle I.

$\alpha$	$\frac{a}{b}$	$\beta$	$\alpha$	$\frac{a}{b}$	$\beta$
18	0,83	14	55	0,33	7
18	0,88	17	54	0,61	10
			55	0,83	17
23	0,43	8			
23	0,72	14	60	0,45	15
23	0,80	18	60	0,55	27
22	0,88	19	57	0,87	39
22	0,95	21			
			66	0,75	27
24	0,66	11	68	0,83	48
24	0,85	18			
			83	0,38	4
25	0,57	16	86	0,44	9
25	0,77	18	76	0,86	32
27	0,71	11	Vereinzelt:		
27	0,91	20	90	0,43	34
27	0,91	21			
			102	0,43	4
36	0,40	15	Ausnahmen:		
37	0,71	22	26	0,71	6
39	0,85	30	46	0,83	6
			48	0,91	6
40	0,68	9	60	0,50	12
40	0,83	25			
42	0,81	28	17	0,83	19
42	0,83	32	44	0,74	0
			15	0,80	28
43	0,77	29	23	0,98	14
43	0,81	33	16	0,83	20
			27	0,87	33
49	0,71	10	20	0,83	33
48	0,88	11	16	0,94	23
			62	0,91	39
			67	1,00	30
46	0,69	14	76	1,00	18
44	0,88	22	32	0,87	8
			15	0,73	13
50	0,58	17	27	0,91	36
51	0,86	29			

Tabelle II.

$\alpha$	$\frac{a}{b}$	$\beta$	$\alpha$	$\frac{a}{b}$	$\beta$
38	0,23	16	Vereinzelt:		
38	0,76	27	29	0,45	18
			32	0,54	24
45	0,37	14	35	0,47	28
45	0,66	19	40	0,39	25
45	0,43	21	Ausnahmen:		
46	0,59	35	49	0,43	22
46	0,87	37	53	0,59	13
			54	0,51	19
			62	0,34	6
50	0,18	6	62	0,34	8
49	0,90	23	62	0,26	15
			62	0,23	16
51	0,37	6	63	0,45	16
51	0,41	8	64	0,47	20
			65	0,43	45
60	0,26	19	66	0,50	32
60	0,41	37	74	0,37	11
			75	0,29	10
63	0,25	16			
64	0,31	20			
66	0,47	32			
70	0,33	8			
71	0,66	22			
75	0,31	10			
74	0,33	14			
77	0,20	20			
78	0,38	25			
76	0,83	30			
80	0,50	18			
81	0,52	20			
80	0,59	27			
80	0,77	39			
88	0,36	20			
82	0,50	42			

Tabelle III.

$\alpha$	$\frac{a}{b}$	$\beta$	$\alpha$	$\frac{a}{b}$	$\beta$
20	0,78	13	43	0,41	3
21	0,84	14	45	0,55	6
22	1,00	20	45	0,69	12
			45	0,94	28
29	0,50	2			
28	0,87	17	48	0,86	31
			48	0,93	40
30	0,60	2	46	0,99	46
28	0,85	22			
			49	0,76	26
31	0,83	7	50	0,89	39
30	0,91	10			
			50	0,50	8
32	0,90	10	50	0,64	17
31	0,91	12			
			52	0,77	6
32	0,40	5	52	0,99	17
33	0,71	30			
			54	0,62	9
35	0,66	12	52	0,83	15
34	0,92	20			
34	0,94	26	53	0,42	15
35	0,99	32	53	0,58	11
			52	0,59	15
35	0,64	10			
35	0,80	28	56	0,50	0
35	0,93	31	58	0,65	12
			58	0,78	15
36	0,83	21			
35	0,91	35	63	0,45	6
			60	0,60	16
37	0,86	6	62	0,54	20
37	0,88	16			
			68	0,80	16
38	0,59	10	68	0,83	17
38	0,83	22			
40	0,91	33	71	0,62	5
			72	0,76	20
41	0,54	6			
41	0,88	30	Vereinzelt:		
			82	0,84	40
42	0,46	3	100	0,83	25
42	0,60	15	67	0,80	65
43	0,76	17	65	0,66	17
42	0,96	37	24	1,00	24
			Ausnahmen:		
			61	0,59	0
			50	0,77	15
			36	0,69	29

Tabelle IV.

$\gamma$	$\frac{a}{b}$	$\beta$
34	0,33	11
31	0,74	12
41	0,29	8
42	0,38	12
40	0,50	16
37	1,00	18
53	0,29	15
50	0,37	16
56	0,60	20
53	0,76	23
66	0,46	26
68	0,61	31
74	0,48	19
71	0,53	21
73	0,86	31
66	0,53	11
65	0,71	12
78	0,73	18
76	0,75	18
85	0,55	27
85	0,62	37
Vereinzelt:		
96	0,62	20
Ausnahmen:		
44	0,35	14
56	0,66	16
83	0,74	25



Raum in Anspruch zu nehmen und die Uebersicht nicht zu erschweren; andererseits weil diese Zahlen noch in mehrfacher anderer Hinsicht verwerthbar sind, welches zu thun ich mir selbst vorbehalten möchte; es sind daher hier blos die allein zum Beweise der vorstehenden Regel nöthigen Zahlen für  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\frac{a}{b}$  mitgetheilt.

Die erste Tabelle enthält vermischt die Messungen von Herz-, Lungen- und Nierenarterien und Aesten der V. port. zweier Menschen sowie von Aesten der Aorta eines Kaninchens.

Von 60 Messungen stehen 2 der Grösse ihres  $\alpha$  nach einzelt, d. h., sie haben in Bezug auf diese Grösse unter der beschränkten Zahl unserer Messungen keine Nachbarn und können daher nicht mit in Rechnung gezogen werden; von den übrigen 58 sind 18, also 31 Procent, Ausnahmen, von welchen die letzten 14 zugleich auch in irgend einer Art gegen Regel II verstossen.

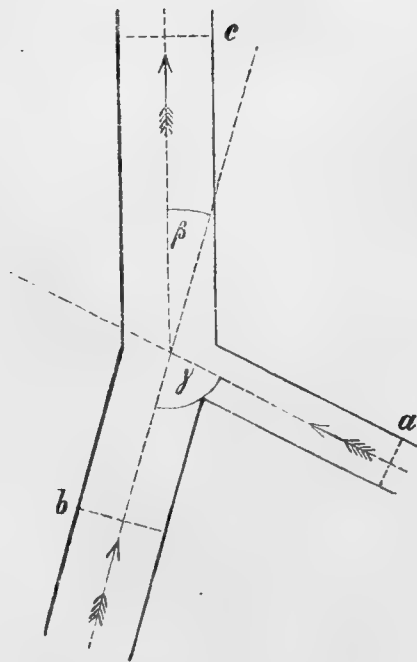
Die zweite Tabelle enthält Messungen vom Dotter- und Amnionkreislauf des Hühnereiembryo bis zum 9. Tage und zeigt unter 46 Messungen 4 der Grösse des  $\alpha$  nach einzelt stehende und unter den 42 übrigen 13 Ausnahmen, also wieder 31 Procent.

Die dritte Tabelle enthält die Messungen sämmtlicher Aeste der Nieren eines Kaninchens bis herab zur Stärke von 0,2 Mm. und ergiebt unter 69 Messungen 5 einzeltstehende und blos 3, also 5 Procent Ausnahmen. Man ersieht aus einem Vergleiche dieses Resultates mit dem der ersten Tabelle, dass die Regelmässigkeit innerhalb eines Organes viel ausgesprochener ist, als bei Zusammenstellung der Gefässe verschiedener Organe und Organismen. Dem scheint sogleich zu widersprechen ein Vergleich mit den Resultaten von Tabelle 2. Hier hat man es aber, — abgesehen von den wenigen darunter befindlichen Amnionsgefässen, deren Entstehung wir nicht weiter beobachtet haben —, in der Area vasculosa mit einem einerseits noch nicht fertigen, zweitens aber einem Organe zu thun, dessen Blutbehälter erst allmählich, bei ursprünglich unseren Regeln ganz fremder Anlage nach dem Beginne der Circulation des Blutes, in einer diesen Regeln entsprechenden Weise umgestaltet werden. Es lässt sich deutlich verfolgen, wie das regellose Netzwerk im Allgemeinen alternirend geordneter Maschen nach dem Beginn der Circulation zunächst in den centralen und dann, mit dem Wachsen des Gefässhofes auch in peripheren Theilen umgewandelt wird in der Weise, dass zuerst durch eine vorwiegende Richtung und grosse

Weite charakterisirte Hauptbahnen entstehen, welche dann an den Verästelungsstellen allmählich in den Regeln entsprechender Weise umgestaltet werden. Die den Dotter immer weiter umwachsende und bloß feine Gefäße führende periphere Zone des Gefäßhofes ist aber am 9. Brüttage noch vollkommen unregelmässig, weshalb wir sie gar nicht gemessen haben. In einer Embryonalanlage von 5 Brüttagen und 15 Mm. Durchmesser, welche aber bloß in einem Gefäßhof ohne Embryo bestand, war der reine Maschencharakter ohne Hauptbahnen in den reich entwickelten Blutgefäßen vollkommen erhalten.

§. 20. Die 3 Tabellen zeigen noch, wenn innerhalb der Reihen die Wachstumsgrößen der  $\frac{a}{b}$  mit den entsprechenden der  $\beta$  verglichen werden, dass diese beiden Größenreihen keineswegs in einem constanten, sondern in einem innerhalb der Grenzen unserer Regel sehr variablen Verhältnisse stehen; so dass die Grösse der Ablenkung des Stammes bei constantem Astwinkel nicht einfach als eine Function bloß von  $\frac{a}{b}$  angesehen werden kann, sondern von noch einem oder mehreren anderen Factoren sich abhängig zeigt.

§. 21. Tabelle 4 enthält Herz-, Lungen- und Hodenvenen und Verzweigungen einer Vena azygos des Menschen, so wie auch einige epigastrische Venen des Krokodil und zeigt unter 25 Messungen 2 vereinzelt stehende und 3, also 13 %, Ausnahmen. Sie beweist somit, dass bei der Vereinigung zweier Venen die Regel II entsprechende Richtung des entstehenden Stammes um so mehr von der Richtung des stärkeren beider Gefäße abweicht, je stärker das schwächere Gefäß im Verhältniss zum stärkeren ist.



Es bedarf wohl nicht einer Erörterung, warum hier, an die Stelle des Astwinkels  $\alpha$  der Arterien, der ganze Vereinigungswinkel der Venen  $\gamma$  getreten ist, während  $\beta$  beibehalten ist, da

es dieselbe Richtungsbeziehung ausdrückt, hier aber natürlich die Stellung des Scheitelwinkels zu dem  $\beta$  der Arterienverzweigungen einnimmt.

Zugleich ersieht man auch hier wieder, dass  $\beta$  bei constantem  $\gamma$  nicht überall in demselben Verhältniss mit  $\frac{a}{b}$  wächst.

An den muskulösen Theilen des Körpers sind die Ausnahmen für Arterien und Venen so zahlreich, dass man bei ausschliesslicher Untersuchung dieser Theile nicht zur Auffindung einer solchen Regel hätte kommen können.

§. 22. Regel IV.: Die Grösse der Ablenkung, welche der Arterien-Stamm in Regel II entsprechender Weise bei der Astabgabe erfährt, wächst mit der absoluten Grösse der Abweichung des Astes von der ursprünglichen Stammes-Richtung.

Wenn man, um diese Regel zu erweisen, das Material der vorigen Tabellen nach dem Quotienten  $\frac{a}{b}$  ordnet, so zeigt sich, dass derselbe bloß innerhalb eines Verhältnisses von 1:2 schwankt. Da ausserdem bei einem Quotienten aus zwei Zahlen, von denen jede innerhalb einer bestimmten Fehlergrenze vom wahren Werthe abweichen kann, der Fehler ebenso wohl verdoppelt wie aufgehoben werden kann, so wird durch die Ordnung nach diesem Quotienten die Reihenfolge der wahren Werthe viel weniger genau hergestellt sein als im vorigen Paragraphen bei der Ordnung nach bloß Einer Grösse, welche innerhalb eines Verhältnisses von 1:4 wechselte. Trotzdem stellte sich die Ordnung in die Regel erweisende Reihen meist ohne Benutzung dieser weiten Fehlergrenze her.

Die Messungen von Tabelle 1 ergeben jetzt nach Tabelle 5 von 60 Messungen 4 vereinzelt stehende und 22 also 40 % Ausnahmen. Etwas günstiger, als diese Mischung aus ganz verschiedenen Organen, stellen sich hier die Zahlen der Messungen am Dotter- und Amnionkreislauf, indem nach Tabelle 6 von 46 Messungen 1 vereinzelt steht und unter den 45 übrigen 9, also 20 %, Ausnahmen sind.

Grösser ist die Regelmässigkeit innerhalb der beiden Nieren des Kaninchens, wo unter 69 Messungen nach Tabelle 7 7 vereinzelt stehen und unter den übrigen 62 bloß 7 Ausnahmen, also 11 %, sich finden.

§. 23. Tabelle 8 giebt die entsprechende Zusammen-

stellung der Venen-Messungen von Tabelle 4 und zeigt unter 25 Messungen bloß 1, also 4% Ausnahmen, wodurch auf das evidenteste bekundet wird, dass: bei der Vereinigung zweier Venen die Richtung des entstehenden Stammes um so mehr von der Richtung des stärkeren beider Gefäße abweicht, je grösser die Richtungsdivergenz derselben ist.

Tabelle V.

$\frac{a}{b}$	$\alpha$	$\beta$	$\frac{a}{b}$	$\alpha$	$\beta$
0,88	18	17	0,50	52	6
0,91	27	20	0,50	60	12
0,91	27	21			
			0,43	23	8
0,88	23	19	0,43	90	34
0,88	44	22			
0,86	51	29	Vereinzelt:		
0,87	57	39	0,61	54	10
			0,53	113	8
0,88	48	11	0,45	60	15
0,86	76	32	0,38	83	4
			Ausnahmen:		
0,85	24	18	0,91	48	6
0,85	39	30	0,58	52	5
			0,58	50	17
0,83	18	14	0,57	25	16
0,83	40	25	0,44	86	9
0,83	68	48	0,43	102	4
			0,40	36	15
0,83	46	6	0,33	55	7
0,83	55	17			
			Dazu noch die		
0,80	23	18	letzten 14 Aus-		
0,81	42	28	nahmen von		
0,81	43	33	Tabelle I.		
0,77	25	18			
0,75	31	22			
0,77	43	29			
0,72	23	14			
0,75	66	27			
0,71	26	6			
0,71	49	10			
0,68	40	9			
0,69	46	14			
0,66	24	11			
0,71	37	22			

Tabelle VI.

$\frac{a}{b}$	$\alpha$	$\beta$	$\frac{a}{b}$	$\alpha$	$\beta$
0,76	38	27	0,34	62	6
0,87	46	37	0,33	70	8
			0,31	75	10
0,83	76	30	0,29	75	10
0,76	80	39			
			0,34	62	8
0,69	60	17	0,33	74	14
0,66	71	22			
			0,18	50	6
0,59	53	13	0,20	77	20
0,59	80	27			
			Vereinzelt:		
0,54	32	24	0,14	91	20
0,59	46	35			
			Ausnahmen:		
0,51	54	19	0,66	45	19
0,50	82	42	0,47	64	20
			0,50	66	32
0,50	59	16	0,40	39	14
0,50	80	18	0,39	40	25
0,52	81	20	0,26	60	19
			0,26	62	15
0,45	29	18	0,23	38	16
0,47	35	28	0,23	62	16
0,43	45	21			
0,43	49	22			
0,41	60	37			
0,43	60	45			
0,41	51	8			
0,38	68	9			
0,37	45	14			
0,38	78	25			
0,37	51	6			
0,37	74	11			
0,36	88	20			

Tabelle VII.

$\frac{a}{b}$	$\alpha$	$\beta$			
1,00	24	24	0,69	36	29
0,99	46	46	0,69	48	37
1,00	22	20			
0,99	35	32	0,64	35	10
			0,64	50	17
0,94	34	26	0,64	62	20
0,96	42	37			
			0,65	58	12
0,93	35	31	0,66	65	17
0,93	48	40			
			0,60	30	20
0,92	34	20	0,62	71	5
0,94	45	28			
			0,59	38	10
0,91	30	10	0,59	52	15
0,90	32	10	0,60	60	16
0,91	31	12			
0,88	37	16	0,55	45	6
			0,58	53	11
0,87	28	17			
0,91	40	33	0,54	41	6
			0,50	50	8
0,88	41	30			
0,89	50	39	0,50	29	2
			0,46	42	3
0,84	21	14	0,45	63	6
0,85	28	22			
0,86	48	31	Vereinzelt:		
			0,69	45	12
0,83	36	21	0,66	35	12
0,83	38	22	0,62	54	9
0,84	82	40	0,60	42	15
			0,42	53	1,5
0,83	52	15	0,41	43	3
0,83	68	17	0,40	32	5
0,83	100	25	Ausnahmen:		
			0,99	52	17
0,78	20	13	0,90	35	35
0,80	30	23	0,86	37	6
0,80	35	28	0,83	31	7
			0,80	67	6,5
0,77	50	15	0,77	52	6
0,77	58	15	0,71	33	30
0,80	68	16			
0,76	72	20			
0,76	43	17			
0,76	49	26			

Tabelle VIII.

$\frac{a}{b}$	$\gamma$	$\beta$
1,00	37	18
0,86	73	31
0,74	31	12
0,76	53	23
0,71	65	12
0,75	76	18
0,73	78	18
0,74	83	25
0,66	56	16
0,62	96	20
0,60	56	20
0,61	68	31
0,62	85	37
0,53	66	11
0,53	71	21
0,55	85	27
0,50	46	16
0,48	74	19
0,38	42	12
0,37	50	16
0,33	34	11
0,35	44	14
0,29	41	8
0,29	53	25
Ausnahme:		
0,46	66	26

§. 24. Auch diese 4 Tabellen bekunden wieder die Mitwirkung noch unbekannter Factoren, da das Grössenverhältniss von  $\gamma$  und  $\beta$ , resp.  $\alpha$  und  $\beta$ , bei constantem  $\frac{a}{b}$  kein constantes ist, sondern innerhalb der Grenzen unserer Regel sehr variirt.

Bezüglich der Ausnahmen von dieser Regel gilt das bei Regel III über das Verhalten der Muskelgefäße Gesagte.

§. 25. Aus den vorstehenden Regeln ergibt sich, dass auch die für gerade gehaltene Aorta abdominalis bei Abgabe der grossen Aeste Ablenkungen erfahren muss, falls diese Aeste mehr als  $\frac{2}{5}$  der Stärke der Fortsetzung der Aorta an Durchmesser haben. Dies ist aber beim erwachsenen Menschen nicht der Fall nach den wenigen Präparaten, welche ich davon anfertigen konnte. Es erreichte an ihnen weder die A. coeliaca noch die mes. sup. diese Stärke vollkommen, sondern beide schwankten zwischen  $\frac{1}{3}$  und  $\frac{2}{5}$ .

Anders bei einem 1jährigen Kinde, bei welchem die A. mesent. sup. 3,0 Mm., die Fortsetzung der Aorta danach 5,1 Mm. Durchmesser zeigte; die letztere war  $7^\circ$ , die erstere  $53^\circ$  abgelenkt. Beim Ursprung der A. coeliaca betrugen die Durchmesser 2,4 Mm. für diese und 5,5 Mm. für die jedoch nicht abgelenkte Fortsetzung der Aorta, obgleich erstere unter  $70^\circ$  entsprang.

Ausgesprochener waren die Ablenkungen bei einem erwachsenen Kaninchen, welches zugleich den günstigen Umstand darbot, dass die A. renal. dextra durch zwei, auch noch Nachbartheile versorgende, Gefäße vertreten war, so dass die Nierenarterien aus von einander entfernten Querschnitten entsprangen. Die Verhältnisse waren hier die folgenden: Bei Abgang der Coeliaca mit 2,3 Mm. Durchmesser unter  $44^\circ$  ist die Fortsetzung der Aorta 2,63 Mm. stark und  $22^\circ$  abgelenkt.

Die Ren. dextr. sup. 1,2 Mm. unter  $86^\circ$ , die Aorta 2,60 Mm. stark und  $9^\circ$  abgelenkt.

Die Ren. sin. 1,4 Mm. unter  $96^\circ$ , die Aorta 2,47 Mm. und  $8^\circ$  abgelenkt.

Die Ren. dextr. inf. 1,1 Mm. unter  $102^\circ$ , Aorta 2,37 Mm.  $4^\circ$  abgelenkt.

Vom vorderen Theil des Arcus aortae kann beim Kinde ein gut Theil der Biegung mit der Abgabe der hier noch relativ stärkeren Aeste in Verbindung gebracht werden. So war bei dem erwähnten einjährigen Kinde, bei welchem zugleich die häufige Varietät bestand, dass der Truncus anonymus auch die

Carotis sin. abgiebt, beim Abgange des Truncus unter  $20^{\circ}$  und mit 7,2 Mm. Durchmesser, die Fortsetzung der Aorta, welche blos 7,0 Mm. stark war,  $23^{\circ}$  abgelenkt. Ebenso war beim Abgange der 4,0 Mm. starken Subclavia sinistra unter  $23^{\circ}$ , die Aorta bei einer Stärke von 6,1 Mm.  $10^{\circ}$  abgelenkt.

§. 26. Die Ausnahmen von unseren Regeln anlangend, wollen wir zunächst erwähnen, dass wir dieselben keineswegs unbeachtet lassen oder gar wegwünschen wollen, denn wir schätzen in ihnen gerade das nicht wegzuwerfende Caput mortuum, welches bei gehöriger Beachtung auf die Spur neuer Gesetze führt. Ausserdem führen wir an, dass sie theils am Rande der Organe oder in den tiefer gelegenen Theilen der Organe an ganz schwachen, unter 0,3 Mm. Durchmesser haltenden Gefässen sich fanden; theils unter ganz eigenthümlichen Verhältnissen auftraten, welche sich in verschiedenen Organen immer mit den gleichen Abweichungen verbunden zeigten. Es kommt nämlich an den Verzweigungen der A. meningea media, an den Venen und kleinen Arterien der Piamater des Cerebellum, an den Aa. und Vv. der Vorderfläche des Herzens, besonders des linken Ventrikels des Menschen und des Kaninchens, ferner an den 2 Hauptästen der Nierenarterie und an den Gefässen des Darmes vor, dass der bei der Astabgabe resp. Aufnahme abgelenkte Stamm gleich danach wieder in die ursprüngliche Richtung sich zurückbiegt, sei es, um wieder in eine Furche, aus welcher er durch die Ablenkung entfernt worden war, zurückzugelangen wie am Kleinhirn und Darm, oder aus einem anderen, uns unbekannten morphologischen Grunde. In all diesen Fällen zeigt sich die Ablenkung des Stammes bei der Astabgabe zu gering, geringer als unter den gleichen Astverhältnissen an anderen Verzweigungen, bei welchen der Stamm sich nach der Ablenkung nicht wieder in die ursprüngliche Richtung zurückbiegt.

Bei der Theilung der Iliaca communis in die Iliaca ext. und in die Hypogastrica ist die erstere gewöhnlich im Verhältniss zur letzteren viel zu wenig von der Richtung der Il. comm. abgelenkt, was sich vielleicht auf Zugwirkungen seitens des Schenkels, beim Strecken desselben, zurückführen liesse.

Wenn pathologische oder artificielle Schlingungen vorhanden sind, finden sich den aufgestellten, sowie auch den noch folgenden Regeln entsprechende Verhältnisse nur ausnahmsweise. Ebenso wenig darf man aus Messungen an injicirten, aber nicht ausgeschälten Gefässen bestätigende oder verneinende



Schlüsse ziehen, denn nach dem Ausschälen zeigt sich in der Regel, dass die Verhältnisse wesentlich andere sind, als sie beim Messen in der Gefässhaut gefunden wurden. Wer Winkelmessungen an Körpern ausgeführt hat, der weiss auch, wie sehr es hierbei auf genaues Erkennen der richtigen Contouren ankommt. Wer aber nicht die Genauigkeit meiner Angaben prüfen, sondern bloss eine annähernde eigene Anschauung von den in vorstehenden Regeln geschilderten Verhältnissen schildern will, der wird vielleicht schon von der einfachen Besichtigung von Herzoberflächen oder harter Hirnhäute oder gar von Gefässfurchen in der Glastafel sich befriedigt finden.

§. 27. Bei nochmaliger Besichtigung der Tabellen zu den Regeln 3 und 4 lassen sich noch einige wichtige Verhältnisse daraus erkennen. Betrachtet man zunächst die Tabellen zu Regel 4, z. B. Tabelle 7 von den Nierenarterien, welche die grösste gefundene Regelmässigkeit darbot, noch einmal aber flüchtiger und bloss unter Beachtung und Vergleichung der Wachstumsgrössen der  $\beta$  mit den zugehörigen der  $\alpha$ , so ersieht man, dass sie bei constantem  $\frac{a}{b}$ , wenn  $\alpha$  annähernd sich verdoppelt, wie z. B. in der 8., 9. oder 10. Reihe, auch  $\beta$  sich verdoppelt. Auch aus allen übrigen Reihen ist ersichtlich, dass  $\beta$  immer fast in dem gleichen Verhältniss wie  $\alpha$  wächst. Der Quotient der Wachstumsgrössen des Astwinkels und der damit verbundenen Wachstumsgrössen der Ablenkung des Stammes, bei constantem Verhältniss der Stärke von Ast und abgelenktem Stamme ist also ceteris paribus eine annähernd constante Zahl und zwar annähernd gleich 1; oder kürzer ausgedrückt:

Regel V, a: Bei constantem Verhältniss der Stärke von Ast und abgelenktem Stamme wächst die Ablenkungsgrösse des Stammes annähernd proportional der Ablenkung des Astes.

§. 28. Betrachtet man dagegen die entsprechende Tabelle 3, also das Variiren von  $\beta$  mit  $\frac{a}{b}$  bei constantem  $\alpha$ , so sieht man, um zunächst ein Beispiel zu nehmen, in der 14. Reihe bei  $\alpha$  gleich  $43^\circ$  und  $\frac{a}{b} = 0,417$  die Ablenkung des Stammes  $3^\circ$  betragen. Bei  $\frac{a}{b} = 0,943$  dagegen beträgt die Ablenkung des Stammes  $28^\circ$ . Also beim Wachsen der beiden Quotienten

$\frac{a}{b}$  um  $\frac{0,943}{0,417} = 2,26$  wächst die Ablenkung des Stammes um  $\frac{28}{3} = 9,3$ ; es wächst demnach hier  $\beta \frac{9,3}{2,26} = 4,1$  mal so rasch als der Quotient beider  $\frac{a}{b}$  gewachsen ist.

Rechnet man auf gleiche Weise alle Reihen durch und berücksichtigt dabei das in §. 10 mitgetheilte Factum, dass eine Ablenkung des Stammes bei der Astabgabe überhaupt erst eintritt, wenn der Ast wenigstens  $\frac{2}{5}$  der Stärke der Fortsetzung des Stammes besitzt, so erhält man eine Einsicht in die bei verschiedenen Grössen von  $\frac{a}{b}$  ganz verschiedenen Wachstumsver-

hältnisse der  $\beta$ , und es zeigt sich einmal: dass, wenn  $\frac{a}{b}$  blos in der Nähe von 1 variirt, der Quotient der Wachstumsgrössen der  $\beta$  wenig über 1 ist, und demnach der Quotient aus der Wachstumsgrösse von  $\beta$  dividirt durch die von  $\frac{a}{b}$  auch nur wenig mehr als 1 beträgt. Je geringer die Abweichung der  $\frac{a}{b}$  von 1 ist, um so mehr nähert sich auch der Quotient der  $\beta$  dem Werthe 1. Als Beispiel diene die 5. Reihe auf Tabelle 3:

bei  $\frac{a}{b} = 0,909$  beträgt  $\beta$   $10^\circ$

bei  $\frac{a}{b} = 0,917$  beträgt  $\beta$   $12^\circ$ .

Beim Wachstum der  $\frac{a}{b}$  um  $\frac{0,917}{0,909} = 1,008$  beträgt das Wachstum der  $\beta$   $\frac{12}{10} = 1,2$ ; also der Quotient aus beiden Wachstumsgrössen  $\frac{1,2}{1,008} = 1,19$ .

Es würden nun für die Wachstumsgrösse beider  $\frac{a}{b} = 1,008$  Beispiele aus verschiedenen Gegenden der Werthe von  $\frac{a}{b}$  angeführt werden müssen, um zu zeigen, wie sich daselbst das Wachstum der zugehörigen  $\beta$  verhält. Für den kleinen Quotienten 1,008 mangelt es aber an Beispielen; wir nehmen daher einen grösseren und zwar ungefähr 1,5; zunächst aus Reihe 7 Tabelle 3:

$$\text{bei } \frac{a}{b} = 0,666 \text{ ist } \beta = 12^{\circ}$$

$$\text{bei } \frac{a}{b} = 0,990 \text{ ist } \beta = 32^{\circ}.$$

Während also die  $\frac{a}{b}$  um  $\frac{0,990}{0,666} = 1,5$  wachsen, wachsen die  $\beta$  um  $\frac{32}{12} = 2,7$ . Der Quotient aus dem Wachsthum der  $\beta$  und dem der  $\frac{a}{b}$  beträgt hier in der Nähe 1 für  $\frac{a}{b}$  also  $\frac{2,7}{1,5} = 1,8$ .

$$\text{In Reihe 3 ist bei } \frac{a}{b} = 0,606 \quad \beta = 2^{\circ}$$

$$\text{bei } \frac{a}{b} = 0,855 \quad \beta = 22^{\circ}$$

für ein Wachsthum der  $\frac{a}{b}$  um  $\frac{0,855}{0,606} = 1,4$  wachsen die  $\beta$  um  $\frac{22}{2} = 11$ ; der Quotient aus beiden ist demnach hier bei grösserer Entfernung der  $\frac{a}{b}$  von 1 gleich  $\frac{11}{1,4} = 8$ .

In Reihe 21 ist für  $\frac{a}{b} = 0,5$   $\beta$  schon  $= 0^{\circ}$  (was zwar gewöhnlich erst bei 0,4 der Fall zu sein pflegt, für uns hier aber nicht in Betracht kommt), für  $\frac{a}{b} = 0,781$   $\beta = 15^{\circ}$ . Bei einem Wachsthum der  $\frac{a}{b}$  von der Grenze der Ablenkungsfähigkeit, hier 0,5, bis 0,781 also um  $\frac{0,781}{0,5} = 1,56$  wachsen die  $0^{\circ} - 15^{\circ}$  also im Verhältniss von  $\frac{15}{0} = \infty$ ; der Quotient aus den beiden Wachstumsgrössen ist demnach  $\frac{\infty}{1,56} = \infty$ .

Die daraus sich ergebende Regel lautet:

Regel V, b: Bei constantem Astwinkel und gleichmässigem Wachstumsverhältniss des Quotienten aus der Stärke des Astes dividirt durch die Stärke des Stammes während eines Wachstums dieses Quotienten von 0,4—1 findet das zugehörige Wachsthum der Ablenkung des Stammes von  $0^{\circ}$  bis zur Grösse des Astwinkels, ähnlich der Abnahme einer

Cotangente von  $0^\circ$ — $90^\circ$ , anfangs sehr rasch, dann immer langsamer statt.

In diesen Regeln V ist unter „Stamm“, wie leicht verständlich, die Forsetzung desselben nach der Astabgabe zu verstehen.

Diese beiden Regeln sollen und können zur Zeit bloß die fundamentale Verschiedenheit der Wirkung der Grösse des Astwinkels und der Wirkung des Verhältnisses von Ast- und Stammstärke auf die Ablenkung des Stammes zeigen; sind aber bei ihrer approximativen Bedeutung, zumal der ersteren, für weitere Schlüsse nicht verwerthbar, und werden es bleiben, so lange in Folge des Unbekanntseins der anderen mitwirkenden Factoren das Genauere innerhalb ihrer nicht festgestellt werden kann.

§. 29. Nach den mitgetheilten allgemeinen Regeln über die Ablenkung des Stammes bei der Astabgabe will ich im Folgenden kurz einige zugehörige Regeln über Specialfälle anführen, welche sich zwar theils durch Deduction aus diesen allgemeinen Regeln, theils durch Synthese mit Hülfe dieser Regeln gewinnen lassen, deren Bestehen ich aber durch Beobachtung besonders festgestellt habe, und die zugleich wegen ihres Vorkommens an bestimmten Localitäten in Zukunft besondere Beachtung verdienen und bei derselben reiche Aufschlüsse über die Wachstumsverhältnisse der betreffenden Organe zu geben versprechen.

§. 30. Regel VI. Theilt sich ein Stamm in 2 gleich starke Zweige, so stehen beide in gleichem Winkel zur Richtung des Stammes.

Dies ist eine allgemeine Regel, von welcher in fast allen Organen zahlreiche Beispiele vorkommen, während Ausnahmen, ausser bei den zwischen Muskeln verlaufenden Arterien und Differenzen von 2 bis  $3^\circ$  nicht mit gerechnet, sehr selten sind.

Diese Gleichheit der Winkel ist auch vorhanden, wenn die gleich starken Aeste in ihrem weiteren Verlauf sich ganz verschieden verhalten, also bei vollkommener morphologischer Ungleichwerthigkeit; so z. B., wenn der eine durch, gleich nach dem Ursprung erfolgende, Theilung in wiederum 2 gleich starke Zweige sich in die Breite verästelt, während der andere, bloß schwächere Aeste abgebend, längere Zeit als Hauptstamm verläuft.

§. 31. Regel VII: Gehen Aeste von ablenkungs-fähiger Stärke von einem Stamme nach einander auf verschiedenen Seiten ab, so beschreibt der Stamm im Ganzen eine Zickzacklinie.

Von dieser Regel kann man sich am leichtesten an den Arterien und Venen des Herzens, und an den Arterien der dura mater überzeugen.

§. 32. Regel VIII: Entspringen gleich starke Aeste an demselben Querschnitt, aber auf entgegengesetzter Seite eines Stammes und unter gleichem Winkel zu ihm, so zeigt der Stamm keine Ablenkung.

Dieses Factum beweist schlagender als das im §. 10 aufgeführte, dass die Ablenkung des Stammes bei der Verzweigung bedingt ist durch die Astabgabe und nicht die Astabgabe und ihr Winkel durch die Ablenkung des Stammes.

Ist der eine dieser Aeste schwächer als der andere oder geht er unter einem erheblich geringeren Winkel ab, so ist der Stamm der Differenz entsprechend nach der Seite dieses Astes abgelenkt.

§. 33. Regel IX. Gehen mehrere Aeste nach einander auf derselben Seite eines Stammes ab, während auf der entgegengesetzten Seite keine oder nur verhältnissmässig schwache Aeste abgehen, so stellt der Stamm eine nach dieser letzteren Seite concave Bogenlinie dar.

Bekannt ist dies Verhalten an den Arcaden bildenden im Mesenterium verlaufenden Darmgefässen, an den mittleren Zwergfellsarterien und am vorderen Aste der A. meningeae media. Ich erwähne noch die Verzweigungen der V. portae und der Arterien der Area vasculosa des Hühnchens, bei welchen Organen mit dem Abwechseln dieses Verhältnisses auf verschiedenen Seiten der Stamm bald nach der einen, bald nach der anderen Seite gebogen sich zeigt. Diese Bogen setzen sich, wenn die Aeste in grösserem, etwa dem Vier- bis Fünffachen ihres Querschnittes entsprechenden Abstände sich folgen, zusammen aus lauter geraden, aber immer nach derselben Seite hin winkelig mit einander verbundenen Linien.

An den Winkelstellen aber ist (s. §. 45) der Uebergang ein etwas abgerundeter, so dass, wenn diese Stellen aneinander näher liegen, eine wirkliche Bogenbildung zu Stande kommt.

Die Fälle dieser Regel scheinen ein morphologisches Bedingtein der Ablenkung des Stammes bei der Astabgabe nahe zu legen; da nothwendiger Weise, wenn in einer Ebene auf einer Seite einer bestimmten Linie ein stärkeres Wachsthum nach allen oder auch nur nach der dieser Linie parallelen Richtung erfolgt

(wobei dann natürlich auch der Blutbedarf auf dieser Seite ein entsprechend grösserer sein wird) eine concave Krümmung der Linie nach der anderen Seite entstehen muss.

Die Erscheinung dieser Cumulation der Wirkung ist so evident, dass sogar, wenn zwei Aeste, von denen jeder noch nicht die nöthige Stärke hat, um für sich den Stamm abzulenken, gleich nacheinander auf derselben Seite des Stammes entspringen, derselbe dann eine der Stärke und den Winkelverhältnissen beider entsprechende Ablenkung zeigt.

Ausnahmen von dieser Regel bilden die in §. 26 geschilderten Fälle, in welchen der Stamm nach der Ablenkung bei der Astabgabe sich wieder zur ursprünglichen Richtung zurückbiegt, dann, wenn sich dies mehrmals nacheinander bei Astabgabe auf derselben Seite wiederholt, was in den in §. 26 erwähnten Fällen gerade fast die Regel ist.

§. 34. Regel X: Theilt sich ein Stamm zugleich in 3 Aeste, welche nicht in einer Ebene liegen, so steht die Ablenkungsgrösse der Verbindungsebene je zweier Aeste von der Stammes-Richtung in demselben, den Regeln 3 und 4 und 5 entsprechenden Verhältniss zur Ablenkungsgrösse und Stärke des 3. Astes, als wenn die beiden Aeste zu einem in der Durchschnittslinie dieser Ebene mit der Stammaxenradialebene des 3. Astes liegenden, Aste vereinigt wären, dessen Querschnitt gleich der Summe der Querschnitte beider Aeste ist.

Da bei solcher Theilung jeder Ast einzeln den beiden anderen gegenübersteht, so bedingen alle 3 Aeste sich gegenseitig in ihrer Richtung zum Stamme.

Diese Regel ist von mir durch instrumentelle Messungen bis jetzt bloß an sechs Beispielen und zwar bloß an Verzweigungen der V. port. festgestellt worden. Ich habe mich aber beim Aufschneiden nicht- oder bloß mit Pech injicirter Lebern mit Scheere und Messer — wie ich zu Anfang der Untersuchungen mehrfach gethan und dabei schon die meisten der aufgestellten Regeln gefunden habe, so dass sie durch die Corrosionspräparate eigentlich bloß sicher gestellt, ergänzt und verallgemeinert wurden — noch öfter von der Richtigkeit dieser Regel wenigstens in annähernder Weise überzeugt. Es wirkt in der That sehr überzeugend, wenn man von den injicirten Gefässverzweigungen der Pfortader zwei blossgelegt hat, aus der Abweichung der Verzweigungsebene beider Gefässe von der Richtung des Stammes

aber auf das Vorhandensein eines dritten Astes schliessen zu müssen glaubt, und nun, da man sein Gefühl für die Ablenkungsgrössen allmählig gebildet hat, nach der muthmasslichen Richtung hin von der andern Seite des Organes her einschneidet und daselbst wirklich einen Ast und annähernd von der erwarteten Stärke vorfindet.

§. 35. Nachdem im Vorstehenden zuerst eine allgemeine Regel über die Richtung des abgehenden Astes zum Stamme, sodann 4 Regeln über die bei der Astabgabe erfolgende Ablenkung des Stammes nach Richtung und Grösse, und zuletzt noch 5 Regeln über Specialfälle und Combinationen aus den Regeln über die Ablenkung des Stammes aufgeführt worden sind, müssen jetzt noch 2 Regeln über die absoluten Grössenverhältnisse der Astwinkel und eine Regel negativen Inhaltes und schon theilweise physiologischen Charakters hinzugefügt werden, ehe zur Beschreibung der Formverhältnisse der Gefässverzweigungen übergegangen werden kann.

§. 36. Regel XI.: Diejenigen Aeste der Aorta, der A. brachialis, femoralis und der Herzarterien, welche so schwach sind, dass bei ihrer Abgabe der Stamm keine Ablenkung zeigt, entspringen meist unter grossen, über 70° betragenden Winkeln.

Um über dieses höchst eigenthümliche Verhalten Sicherheit zu gewinnen, wurden alle Aeste von der betreffenden Stärke an den von mir injicirten bezüglichen Organen, zusammen 125, gemessen und die Resultate dieser Messungen in Tabelle IX, übersichtlich nach den Winkelgrössen geordnet, zusammengestellt.

Tabelle IX.

$\alpha$	Zahl der gemessen. Aeste	Mittel aller $\frac{c}{a}$	Verlauf.
20—29°	1	6,0	dann rückwärts.
30—39°	2	5,3	
40—49°	3	4,0	
50—59°	7	4,0	
60—69°	15	5,2	
70—79°	23	6,5	4 dann rückwärts.
80—89°	41	7,0	11 rückw.; 7 vorw.
90—99°	25	7,5	8 rückwärts.
100—126	6	6,2	4 rückwärts.



$\alpha$  bezeichnet die Grösse des Astwinkels,  $c$  den Durchmesser des Stammes,  $a$  den des Astes. Es ergiebt sich, dass von den 125 Aesten 95 unter Winkeln von über  $70^\circ$ , und 110 unter Winkeln von über  $60^\circ$  entspringen. Ursprungswinkel von über  $96^\circ$  sind mir blos 7 mal im Ganzen vorgekommen, und meist waren es Aa. lumbales und intercostales, welche sich gleich nach dem Ursprung nach rückwärts umbogen. Den grossen Ursprungs-Winkel von  $126^\circ$  zeigen blos die Aa. coron. cordis, welche ihm aber, und das ist sehr bedeutsam, gleich von vorn herein entschieden einschlagen. Die Intercostalararterien des erwachsenen Menschen habe ich nicht mit Corrosionsmasse injicirt gesehen, da ich nicht das ganze zugehörige Stück des Rumpfes in Säure legen konnte, und diese Arterien beim Herausnehmen der injicirten Aorta regelmässig abbrechen. Dagegen sind die Ursprünge der Intercostalararterien des einjährigen Kindes und des Kaninchens in diesen Untersuchungen mit eingeschlossen.

Ein gleiches Verhältniss scheint auch für die Leber und die Milz zu bestehen, doch sind hier die Verhältnisse complicirter, indem an diesen Organen, sowie auch am Herzen, Stellen vorkommen, an welchen alle Aeste auf einer Seite eines Stammes von den stärksten bis zu den schwächsten die gleiche Richtung haben, worüber ich anderen Orts genauere Mittheilungen zu machen beabsichtige.

§. 37. Regel XII.: Aeste, welche so stark sind, dass bei ihrer Abgabe der Stamm beträchtlich abgelenkt ist, entspringen meist unter Winkeln von weniger als  $70^\circ$  Grad.

Dies Verhalten ist in allen Organen nachweisbar und tritt dann besonders hervor, wenn zwischen den Ursprüngen unter spitzen Winkeln abgehender starker Gefässe Reihen ganz schwacher Aeste entsprechend der vorigen Regel unter grossem Winkel ihren Ursprung nehmen. In dieser Weise zeigt es sich auch an den Verzweigungen der V. port. und hep. sowie an denen der A. lienalis oft ganz evident.

§. 38. Regel XIII. Der Ursprung der Aeste der Arterien erfolgt häufig nicht in der Richtung, welche der nächste Weg zum Verbreitungsbezirk sein würde.

Die Regeln 11 und 12 scheinen dem Abgang der Gefässe Beschränkungen aufzuerlegen; und dass dies in der That der Fall ist, zeigt die vorliegende Regel. Die in ihrer Ursprungs-

richtung der Regel 11 folgenden schwachen Gefässe biegen sich häufig gleich nach Erreichung ihres Minimalquerschnittes (s. §. 50) rasch vorwärts (Fig. 5), oder auch rückwärts (Fig. 3) um und gelangen, die so gewonnene Richtung fortsetzend, zu ihrem Verbreitungsbezirk, den sie beim Fortgehen in der Ursprungsrichtung überhaupt gar nicht angetroffen hätten. Tabelle IX. giebt in ihrer letzten Columnne das bezügliche Verhalten der zu Regel 11 angeführten Beispiele, jedoch nicht vollständig, an. Dasselbe sieht man an den nach Regel 12 unter kleinem Winkel entspringenden starken Gefässen (s. Fig. 8), nur dass hier die Rückwärtsbiegungen nicht auf einmal, sondern ganz allmählich geschehen. Und auch bei diesen Gefässen kommen Umbiegungen nach vorwärts, somit Verkleinerungen des Astwinkels vor. Es besteht aber nicht ein bestimmtes Verhältniss zwischen der Grösse des Ursprungswinkels und der Stärke der nachfolgenden Rückwärtsbiegung, sondern es kommt vor, dass Aeste unter  $30^{\circ}$  entspringen und sich dann noch  $30^{\circ}$  zurückbiegen, während andere, relativ gleich starke oder stärkere unter  $60^{\circ}$  entspringen und in dieser Richtung fortlaufen.

Am ausgesprochensten und häufigsten zeigen sich die Vergrösserungen des Astwinkels relativ starker, unter kleinem Winkel entspringender Aeste durch allmähliche Rückwärtsbiegung an den Verzweigungen der V. port. (s. Fig. 10). Ausserdem ist die Regel allgemein gültig für die Aa. recurrentes, welche, mit Ausnahme der Coronararterien, fast stets unterhalb  $96^{\circ}$  entspringen und danach erst sich weiter rückwärts biegen. Das Weitere über den Verlauf der Gefässe nach ihrem Ursprung, die Verfolgung derselben bis zur nächsten Verzweigungsstelle gehört nicht in den Rahmen unseres Themas.

## B. Gestaltverhältnisse der Blutgefässverzweigungen.

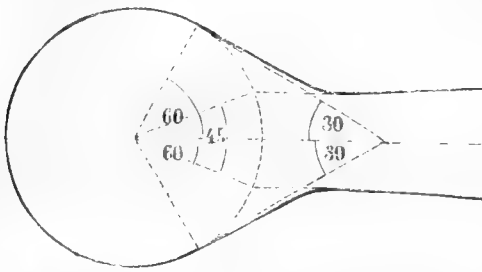
§. 39. Regel XIV. Die Blutgefässäste entspringen nicht mit, ihrem weiteren Verlauf entsprechender cylindrischer, sondern mit konischer, nach der Grösse des Astwinkels und nach ihrer relativen und absoluten Stärke verschiedener Gestalt.

Das Profilbild dieser „Ursprungskegel“ ist sehr verschieden von dem en face Bild; und da zugleich auch jedes derselben

mit anderen Umständen variirt, so müssen sie getrennt abgehandelt werden.

§. 40. Unter **en face Bild** soll im Folgenden dasjenige verstanden werden, welches mit senkrecht zur Richtung des Astursprungs stehendem und in der Stammaxen-Radialebene befindlichem Blick gewonnen wird.

Der Astursprung zeigt sich in dieser Ansicht nicht parallel contourirt, wie eine angesetzte cylindrische Röhre, sondern er erfolgt beinahe aus der ganzen Breite des Stammquerschnittes (Fig. 1), indem die en face Seitencontouren als Tangenten von diesem Querschnitte anheben, welche bei relativ schwachen, eben unter der Grenze der Ablenkungsfähigkeit stehenden Aesten in



einem Winkel von 60 bis 70° zu einander stehen, bei der allerschwächsten, z.B. den Intercostalarterien, sogar in 90°. Dabei ist im ersteren Falle der Centriwinkel (siehe die nebenstehende Figur), also 120°, umfasst mithin  $\frac{1}{3}$

des ganzen Raumes, im letzteren Falle 90°, also  $\frac{1}{4}$  des Raumes umfassend; während ihnen bei cylindrischem Ursprung im ersteren Falle blos  $\frac{1}{8}$ , im letzteren  $\frac{1}{20}$  zukäme. In gleicher Weise beginnt der Ursprung, auch wenn das Gefäß nicht innerhalb der Stammaxen-Radialebene entspringt (Fig. 2). Bei stärkeren, ablenkungsfähigen Aesten findet auch ein allmählicher Uebergang von der Weite des Querschnittes des Stammes zur Weite des Astes statt; aber der Winkel ist hier ein entsprechend spitzerer und daher die gewonnene Breite der Verbindung des Stammes mit dem Aste im Verhältniss zur Weite des letzteren eine viel geringere als bei schwachen Aesten.

Es ergibt sich somit die Regel XV, a:

Der Ursprung eines Astes erfolgt im Verhältniss zu seiner Stärke aus einem um so grösseren Theile der Breite des Stammesquerschnittes, je schwächer der Ast im Verhältniss zum Stamme ist.

Theilt sich der Stamm in zwei gleich starke Aeste, so ist eine Convergenz der en face Contouren kaum mehr wahrnehmbar, wobei freilich der Umstand abschwächend mitwirkt, dass der Stamm bei Abgabe starker Aeste seinen en face Durchmesser

verkleinert unter gleichzeitiger entsprechender Verbreiterung im dazu senkrechten Durchmesser.

§. 41. Der Uebergang von der Richtung der Ursprungstangenten an den Stamm zum schliesslichen Parallelismus der *en face* Contouren erfolgt unter allmählicher Abnahme der Convergenz. Bei den relativ schwächsten Gefässen, wo die Convergenz ja von vorn herein eine viel stärkere ist, ist auch der Uebergang schroffer und nach dem Aufhören der Convergenz zeigt sich eine Divergenz, von welcher dann erst das Umbiegen zum Parallelismus stattfindet. Die Entfernung des so gebildeten *en face* Minimums, resp. des durch das Aufhören der Convergenz gebildeten ersten definitiven Querschnittes vom Stamme ist um so grösser, je relativ stärker der Ast ist; und zwar nimmt sie mit dem Wachsen der relativen Stärke des Astes immer rascher zu, so dass sie zuletzt bei reinen Dichotomieen fast unendlich gross sein würde, wenn sie in diesen Fällen überhaupt bestimmbar wäre. An den Intercostalarterien des Kindes und des Kaninchens dagegen, wo sie unter den von mir untersuchten Fällen am geringsten war, betrug sie etwa das Doppelte des Minimaldurchmessers.

§. 42. Die Stärke der Ausprägung der geschilderten Erscheinungen scheint abhängig zu sein von der Stärke des Blutdruckes. So glaube ich wenigstens es deuten zu müssen, dass diese Erscheinungen viel ausgesprochener sind beim Ursprunge aus der Aorta und aus den Hauptstämmen der Extremitäten als aus den Arterien niederer Ordnung und aus der Vena portarum. An den Verzweigungen der letzteren sind sie oft so schwach ausgeprägt, dass man sie leicht übersieht und meint, das Gefäss entspringe mit parallelen Contouren wie ein angesetzter Cylinder; doch wird man bei Anwendung schwacher Vergrösserung stets eine allmähliche, wenn auch nur von einem kleinen Theile des Stammesquerschnittes erfolgende und dem entsprechend niedrige Ueberführung von der Weite des Stammes zu der des Astes finden.

§. 43. Das *en face* Bild zeigt noch ein wichtiges, wenn auch bloss negatives, Verhalten:

Regel XV b: Die Gestalt des Astursprungs ist in ihrem *en face* Bilde unabhängig von der Grösse des Astwinkels.

§. 44. Wenn man nun zur Betrachtung des **Profilbildes** der Astursprünge übergeht, so sieht man auf den ersten Blick von dem Bisherigen sehr differente, im Wesen aber doch

gleiche, einen allmählichen Uebergang von der Richtung der Stammescontouren zu den einander parallelen Contouren des Astes darstellende Verhältnisse. Da hier die Stammescontouren, von welchen der Uebergang zu erfolgen hat, immer die gleiche Richtungsdivergenz von  $180^\circ$  zu einander haben, somit nicht, wie im en face Bild, von der relativen Stärke des Astes beeinflusst werden, so würde eine grosse Einförmigkeit in den Profilbildern bestehen, wenn nicht hier die Winkelstellung des Astes zum Stamme einen mächtig alterirenden Einfluss gewönne.

§. 45. Folgt man mit senkrecht zur Stammaxen-Radialebene stehendem Blick der Richtung des Blutstromes, so zeigt es sich, dass der Uebergang vom Stammescontour zum Astcontour nicht plötzlich und in einem scharfen Winkel erfolgt, sondern dass schon 1 bis 2 Astbreiten vor dem eigentlichen Ursprung des Astes der Stammcontour sich etwas erhebt und in allmählicher, an der eigentlichen Ursprungsstelle stärkerer Biegung auf den Ast übergeht, und dass der nunmehrige Astcontour in allmählicher, immer schwächer werdender Biegung zur definitiven Astrichtung übergeht. Diesen ganzen Contour von der ersten Erhebung am Stamme bis zur Erlangung der definitiven Astrichtung will ich „vorderen Profilcontour“ nennen. Wird mit der Astabgabe auch zugleich der Stamm abgelenkt, so erfolgt auf der andern Seite des Stammes ein ähnlicher, aber noch allmählicherer Uebergang von der Stammesrichtung zu der der Fortsetzung des Stammes. Der somit entstehenden Verbreiterung des Profidurchmessers des Stammes entspricht, aber nicht ganz, die vorhin erwähnte Verkleinerung seines en face Durchmessers.

§. 46. Während dieses Verhalten des vorderen Profilcontours im Wesen für alle Abgangswinkel und alle Stärke-Verhältnisse von Ast und Stamm das gleiche ist und nach diesen Verhältnissen bloß graduelle Verschiedenheiten erkennen lässt — mit Ausnahme der Fälle, in welchen, wie in Fig. 3, eine starke, häufig mit einer scharfen Einknickung des vorderen Profilcontours an der Stelle des gleich zu beschreibenden Minimums verbundene Umbiegung des Astes nach rückwärts stattfindet — zeigt der andere, der „hintere Profilcontour“ mit dem Wechsel dieser Verhältnisse sehr verschiedene Beschaffenheit. Doch stellt im Allgemeinen auch er einen allmählichen Uebergang von der Richtung des Stammcontours zur definitiven Astrichtung dar.

Um zunächst einen mittleren Zustand, etwa beim Astursprung unter einem Winkel von  $70^\circ$ , zu betrachten, so sieht man, wie in

Fig. 4, dass sich der hintere Profilcontour in viel geringerer Entfernung vom eigentlichen Astursprung, das heisst von der Stelle, an welcher der Ursprung erfolgen würde, wenn das Gefäss gleich vollkommen cylindrisch entspränge, etwa blos einen halben Astquerschnitt davon stromabwärts zu erheben beginnt, und in anfangs ganz schwacher, dann in rascher, gegen den vorderen Profilcontour stark convergenter und convexer Biegung (die ich im Folgenden wiederholt unter dem Namen „starke Anfangsbiegung“ des hinteren Profilcontour citirt habe) sich beinahe bis zu den  $70^\circ$  der Abweichung von der Stammesrichtung umbiegt, um dann in allmählich immer schwächer werdender Convergenz zum Parallelismus mit dem vorderen Contour überzugehen.

§. 47. An der Stelle, wo die Convergenz aufhört, ist also der definitive Profildurchmesser erreicht. Wenn nun aber, wie es vorkommt, nach dem Aufhören der Convergenz, statt des Parallelismus, zunächst erst eine kurze Divergenz der Profilcontouren stattfindet, so entsteht damit ein „Profilminimum“. Die Entfernung dieses Profilminimums von der Stammesoberfläche, sowie auch in Ermangelung eines Minimum, die des ersten definitiven Profildurchmessers, sollen im Folgenden einfach mit „Abstand des Profilminimum“ bezeichnet und blos an der Höhe des hinteren Profilcontour in seiner Haupttrichtung oder, falls wie bei kleinen Astwinkeln eine solche nicht ausgesprochen ist, in der Richtung des Astes gemessen werden; da dieser Contour durch sein Verhalten diese Höhe wesentlich bestimmt und bei Annahme einer anderen Messungslinie, etwa des vorderen Profilcontours oder der Astaxe, die Stärke und Neigung des Astes, welche die am hinteren Profilcontour gemessene Höhe bestimmen, noch einmal, geometrisch, in der Rechnung sich geltend machen würden.

Den stärksten Einfluss auf den Abstand des Profilminimum übt die Grösse des Astursprungswinkels aus, so dass sie bei dem rechten sich näherndem Winkel am grössten ist (s. Fig. 5) und etwa die Hälfte der Breite, oder gar die ganze Breite des Astdurchmessers oder noch mehr beträgt. Je spitzer dagegen der Winkel wird (s. Fig. 6), um so eher verliert der hintere Profilcontour seine Convergenz gegen den vorderen, so dass die Höhe desselben bis zum Minimum bei Winkeln von  $30^\circ$  etwa blos  $\frac{1}{20}$  oder  $\frac{1}{30}$  des Astquerschnittes beträgt, und auf eine niedrige starke Ursprungsbiegung beschränkt ist. Es ergiebt sich also die

Regel 15. c: Der Abstand des Profilminimum wächst mit der Grösse des Astwinkels.

Doch hört dies Wachsthum bei  $90^\circ$ , oft schon etwas vorher, auf.

Ausserdem gilt noch die

Regel 15. d: Bei gleichem Astursprungswinkel wächst der Abstand des Profilminimum mit der absoluten Weite des Astes.

Dies Wachsthum erfolgt jedoch nicht genau proportional der Astweite, sondern es zeigen sich, zumal bei grossem, dem rechten sich nähernden Winkel, bedeutende Variationen des Abstandes, was auf die Mitwirkung eines oder mehrerer anderer Factoren hinweist. Eine Abhängigkeit des Abstandes und der Grösse des Profilminimum von der relativen Stärke des Astes trat nicht mit Evidenz hervor.

§. 48. Diese schon complicirten Formverhältnisse des hinteren Profilcontours werden noch complicirter durch vorkommende Variationen. Einmal kommt es vor, wenn der Ursprung unter grossem Winkel und dem entsprechend zugleich mit grossem Abstand des Profilminimum erfolgt, dass der hintere Profilcontour bei seiner im Allgemeinen gegen den vorderen convergenten und entsprechend steilen Richtung nicht, wie angenommen, auch dauernd convex gegen ihn verläuft, sondern nach der kurzen starken Ursprungsbiegung mit gerader (s. Fig. 5) oder gar gegen das Lumen concaver (Figg. 3 und 7) Gestalt sich fortsetzt, ein Verhalten, welches bei rechtwinkeligem Astursprung geradezu die Regel und einer Steigerung bis zum Parallelismus oder gar zur Divergenz beider Profilcontouren fähig ist. Der Parallelismus, resp. die Divergenz erfolgen jedoch immer erst nach der starken, aber niedrigen Anfangsbiegung des hinteren Profilcontours und es liegt in diesen Fällen also das Profilminimum trotz des grossen Astwinkels so tief, wie bei ganz spitzen Winkeln. Im Falle der Divergenz erscheint zugleich das Gefäss an der Stelle des hinteren Profilcontours erweitert, aufgebaut wie in Fig. 8. Von der durch diese Ausbuchtung der hinteren Wand entstandenen Erweiterung des Gefässes findet dann peripher unter allmählicher Verjüngung der Uebergang zum definitiven Astlumen statt. Der Parallelismus der Profilcontouren oder die mit Ausbuchtung verbundene Divergenz kommen, aber nicht immer, dann vor, wenn der Ast nach seinem Ursprunge sich rückwärts biegt; doch ist in letzteren Fällen auch manchmal nur, besonders bei sehr schwachen Aesten, eine Abplattung des hinteren Profilcontour vorhanden.



Die gleichen Varietäten kommen (s. Fig. 8) auch an Aesten vor, welche unter spitzem Winkel entspringen; hier jedoch mit der Modification, dass sie erst nach dem, von vorn herein sehr niedrig liegenden Minimum sich zeigen und dasselbe nicht bestimmt erkennbar erniedrigen. Der Parallelismus der Profilcontouren nach dem Minimum ist hier sehr häufig, falls keine Rückwärtsbiegung des Astes stattfindet; ist solche aber vorhanden, so zeigt sich stets, und zwar nach §. 38 am häufigsten und auch am ausgesprochensten an den Verzweigungen der V. port., eine Ausbuchtung von der eben beschriebenen Form. An den Verzweigungen der V. port. kommt diese Ausbuchtung sogar vor, wenn keine Rückwärtsbiegung des Astes stattfindet (s. Fig. 9). Aehnliche Ausbuchtungen finden sich manchmal auch an der inneren Seite des Stammes nach einer Astabgabe (Fig. 9).

§. 49. Von dieser Art der Ausbuchtung des hinteren Profilcontours ist wohl zu trennen eine andere, an Aeste mit und ohne Rückwärtsbiegung und stets zugleich auch am Stamme auf der Astseite, kurz nach dem Ursprung desselben vorkommende, von welcher peripher keine Verjüngung zum definitiven Ast- oder Stammeslumen stattfindet, sondern welche im Gegentheil eine rasche, aber dauernde Erweiterung der bei der Verästelung etwas eingeschnürten Gefässlumina darstellt (Fig. 10). Der Umstand, dass diese plötzliche Ausbiegung immer nur an den dem Astwinkel anliegenden Seiten von Stamm und Ast sich zeigt, spricht gegen eine künstliche Veranlassung derselben, etwa durch zu hohen Druck bei der Injection; es müsste denn die Gefässwand an diesen Seiten auf längere Strecken hin beträchtlich schwächer oder dehnbarer sein als an der übrigen Peripherie, worüber ich, falls sich Gelegenheit bietet, besondere Untersuchungen anstellen werde.

§. 50. Ist dadurch schon das Profilminimum, zumal bei grossen Aesten, gekennzeichnet, so ist es an den kleinen, nach Regel 11, §. 37 unter grossem Winkel entspringenden Aesten überhaupt deutlicher ausgesprochen, indem auch der vordere Profilcontour nach der Stelle des durch den hinteren bestimmten Minimaldurchmessers eine Auswärtsbiegung zeigt.

§. 51. Das Verhältniss der Lage des Profilminimum zu der des en face Minimum resp. des ersten definitiven Profildurchmessers zum ersten definitiven en face Durchmesser angehend, ist zu erwähnen, dass die bezüglichen en face Durchmesser stets vom Stamme entfernter sind als die bezüglichen

Profildurchmesser und überhaupt nur bei ganz schwachen Aesten von  $\frac{1}{5}$  der Stärke des Stammes und darunter, dem Profilminimum nahe kommen.

§. 52. Um nun aus den beiden dargestellten Hauptansichten der Gestalt des Astursprungs eine Vorstellung von dem ganzen Ursprungskegel zu bekommen, muss man sich einen allmählichen Uebergang von der Gestalt der einen Ansicht zu der der anderen denken, jedoch in der Weise, dass entsprechend der grösseren Entfernung des en face Minimum die Querschnitte des Ursprungskegels nicht rund, sondern eher elliptisch sind und ihren grössten Durchmesser im en face Bilde besitzen. Der Ursprung hat somit annähernd die Gestalt eines aus einer weichen Masse gefertigten Kegels, der dann aber breit- und auch noch von den Seiten her zu bogenförmiger Contourirung eingedrückt worden ist. Ich habe daher den Namen Ursprungskegel bloß der allgemeinen Aehnlichkeit wegen gewählt, welche sich aus der bestehenden allseitigen Convergenz der Seitencontouren nach einer Richtung, nicht einmal nach einem Punkte hin, wie beim wirklichen Kegel, ergibt.

Wenn man in Ermangelung von Corrosionspräparaten wenigstens ein annäherndes Bild der geschilderten Verhältnisse durch eigne Anschauung gewinnen will, kann man sich an die Gestalt der Ursprünge der Intercostalararterien halten, wie sie jede aufgeschnittene Aorta zeigt.

§. 53. Dabei sieht man zugleich noch sehr deutlich eine neue, im Folgenden zu schildernde Linie, welche die Gestalt des Ursprungskegels am hintern Umfang seiner Basis bestimmt und daher Basallinie von mir genannt werden soll. Sie ist eigentlich weiter nichts als die Summe der stärksten Biegungen aller Seitencontouren vom hinteren Profilcontour bis zu den beiden en face Contouren und zieht sich dem entsprechend beiderseits symmetrisch zur Stammmaxen-Radialebene von der stärksten Biegung des hinteren Profilcontours an der Peripherie des Stammes stromaufwärts. In der Profilansicht ist sie im Allgemeinen parallel dem Anfang des vorderen Profilcontours bis zum Beginn seiner starken Biegung (Fig. 11); sie convergirt also mit der Richtung der Axe des Stammes. Ist jedoch bei der Astabgabe der Stamm mit abgelenkt, so nähert sie sich nach dem Maasse dieser Ablenkung räumlich und in ihrer Richtung der Mittelebene des Stammes, in der Weise, dass sie bei reinen Dichotomieen, wo der Stamm in zwei gleich abgelenkte gleichstarke Aeste sich theilt, in dieser

Ebene selber liegt. Als Mittelebene des Stammes bezeichne ich dabei die in der Stammaxe senkrecht zur Stammachsen-Radialebene errichtete Ebene.

Bei en face Betrachtung erscheint die Basallinie annähernd parabolisch, und wird, wie schon erwähnt, durch die Stammachsen-Radialebene symmetrisch getheilt aber blos dann, wenn entsprechend der Regel I, der Ast in dieser Ebene entspringt. Entspringt der Ast dagegen in einer aus dieser Ebene abweichenden Richtung, so ist die Basallinie auf der andern Seite von der Stammachsen-Radialebene als auf derjenigen, nach welcher der Ursprung erfolgt, stärker gekrümmt. Ausserdem ist noch zu erwähnen, dass sie an den grösseren Arterienstämmen viel schärfer ausgeprägt ist als an den kleineren und an diesen wieder schärfer als an den Verzweigungen der Vena portarum. — Abweichungen von den geschilderten Verhältnissen kommen auch vor, und zwar in der Weise, dass einmal die Basallinie auch bei nicht abgelenktem Stamme dem vorderen Profilcontour nicht parallel ist, sondern sich mehr oder weniger der Richtung der Stammaxe nähert, oder dass sie bei echten Dichotomieen nicht der Regel entsprechend in der Mittelebene des Stammes liegt, sondern ausserhalb dieser sich befindet und schief zu ihr steht.

§. 54. Zum Schluss dieser Zeichnung der Gestalt der Arterienursprünge muss ich noch erwähnen, dass die Gestalt der Fortsetzung des Stammes nach der Astabgabe immer mehr der Gestalt des Astes selbst sich nähert, je stärker letzterer und je schwächer daher ersterer ist, so dass bei reinen Dichotomieen vollständige Gleichheit beider besteht.

§. 55. Ueber die Gestalt der Venen bei der Zusammenmündung, welche ich nur an einer geringen Anzahl untersucht habe, kann ich mittheilen, dass auch bei ihnen ein allmählicher Uebergang des Astes in die Weite des Stammes an allen Seiten vorhanden war, und dass auch hier der vordere Profilcontour weiterhin am Stamme gehoben war als der hintere; ja sogar ein ausgesprochenes Minimum habe ich einmal vor dem Beginne des Mündungskegels beobachtet; ob es aber natürlich vorgebildet war oder blos durch die Höhe des Injectionsdruckes bei vermehrter Resistenz der Gefässwand am Umfang dieses Querschnittes sich gebildet hatte, bleibt unentschieden. Der Mündungskegel der Venen hat nicht so ausgeprägte charakteristische Gestalt als der Ursprungskegel der Arterien.

§. 56. Aus den vorstehenden Schilderungen der Ursprungs-

resp. Mündungskegel der Blutgefässe ist zu ersehen, dass das Messen der Stärke und besonders der Richtung der Aeste nicht ohne Weiteres ausführbar ist, sondern nach besonderen Principien geschehen muss und in der Richtigkeit seiner Resultate sehr von der Uebung des Messenden abhängig bleibt.

Die Stärke wurde stets aus dem Mittel des Minimalprofil-durchmessers und des en face Durchmessers desselben Querschnittes berechnet.

Die notirte Richtung wurde folgendermassen gefunden: Man denkt sich in der Stammaxen-Radialebene von dem Profil-minimaldurchmesser eine Reihe von Linien nebeneinander durch den Ast gelegt, von denen die dem Profilminimaldurchmesser nächste ihm beinahe parallel ist, aber schon ein wenig nach der Richtung der Stammaxe abweicht, während jede folgende sich immer mehr dieser Richtung nähert, bis die letzte ihr vollkommen parallel ist. Denkt man sich nun noch die Mittelpunkte all dieser Linien verbunden, so wird von der äusseren Hälfte der so erhaltenen geometrischen Axe (welche zwar nicht genau mit der Axe der grössten Stromgeschwindigkeit übereinstimmt), die zu notirende Richtung entnommen. Dies hat keine Schwierigkeit, falls das Gefäss seine Ursprungsrichtung im weiteren Verlaufe annähernd fortsetzt, biegt es sich jedoch nach rückwärts um, so ist die geometrische Axe entsprechend gekrümmt und es tritt keine Hauptrichtung hervor; in diesen Fällen wurde die Richtung desjenigen Stückes dieser Axe benutzt, welches ungefähr einen Astquerdurchmesser von der Stammesoberfläche entfernt war.

---

### III. Erklärungsversuche.

---

§. 57. Nachdem im Vorstehenden ein Theil der scheinbar regellosen Mannichfaltigkeit der Gefässverzweigungsarten und ihrer Formen auf eine Reihe einfacher Gestaltungsregeln zurückgeführt worden ist, soll im Folgenden ein Anfang mit der Behandlung der dadurch erwachsenen schwierigeren Aufgabe, die betreffenden Regeln durch Erforschung ihrer Ursachen zu morphologischen Gesetzen zu erheben, gemacht werden.

Die zur Zeit denkbaren Ursachen will ich, vielleicht etwas willkürlich, aber den nächsten Bedürfnissen entsprechend in drei Gruppen theilen:

1) Ursprüngliche vererbte Bildungsmodi, bedingt durch die Wachsthumsgesetze und die specifische Function der Organe.

2) Aeussere umgestaltende Einwirkungen auf die einzelnen Organe und auf den ganzen Organismus.

3) Die hydraulischen Kräfte der in den Gefässen bewegten Flüssigkeit.

Ich würde sehr zufrieden sein, wenn ich durch die folgenden Untersuchungen und Reflexionen nur so weit käme, die dargestellten Erscheinungen schon alle mit Bestimmtheit als Wirkungen auf diese 3 Gruppen von Ursachen vertheilen zu können, denn das ist es wohl, was zunächst geschehen muss; es wird sich jedoch leider zeigen, dass ich diese Zufriedenheit nicht erlangt habe. Da die Wirkungsweisen der Kräfte der ersten Gruppe zur Zeit noch unbekannt sind, und nur durch eine ungeheuer grosse Zahl von Specialuntersuchungen festgestellt werden können, und da ferner die Kräfte der zweiten Gruppe sehr mannichfaltige und für die verschiedenen Organe sehr verschiedene sind, während es sich hier um verschiedenen Organen gemeinsame Einrichtungen handelt, so wird es das Beste, sein mit der Untersuchung der eventuell möglichen Wirkungen der Kräfte der letzten Gruppe, welche ja in allen Organen in gleicher Weise thätig und dabei einer exacten Untersuchung am zugänglichsten sind, zu beginnen, um dann zuzusehen ob sie etwa in erkennbarer Weise in der Gestalt der Gefässe zum Ausdruck gekommen sind.

Indem die bezüglichen Untersuchungen sich nicht auf die Capillaren erstrecken, kann der Umstand, dass das Blut eine Suspension ist, vernachlässigt und von den unten mitgetheilten hydraulischen Erscheinungen wohl unbeanstandet eine Uebertragung auf die Haemodynamik vorgenommen werden, wenn dabei nur berücksichtigt wird, dass, nach Graham, die innere Reibung im Blute etwa 6 mal so gross ist, als im Wasser.

Ogleich die Hydro- und Haemodynamik in den letzten Decennien durch viele vorzügliche Untersuchungen, namentlich von Weisbach <sup>1)</sup>, Volkmann <sup>2)</sup>, Ludwig <sup>3)</sup>, Jacobson <sup>4)</sup>, Hagen <sup>5)</sup>, Darcy <sup>6)</sup>,

---

<sup>1)</sup> Experimental-Hydraulik. 1855.

<sup>2)</sup> Die Haemodynamik. 1850.

<sup>3)</sup> Lehrbuch der Physiologie, Bd. II.

<sup>4)</sup> Müller's Archiv 1860 und 1861.

<sup>5)</sup> Abhandl. d. Acad. d. Wiss. zu Berlin. 1869.

<sup>6)</sup> Recherches experim. relativ. au mouvement de l'eau dans les tuyaux. Paris 1857.

Poiseuille<sup>1)</sup>, Hagenbach<sup>2)</sup> u. A. sehr bereichert worden ist, so haben doch die morphologisch wichtigen hydraulischen Erscheinungen noch keine besondere Untersuchung und Darstellung gefunden. Ich werde daher bei dem im Folgenden gemachten Anfange für die auf die Verzweigung der Blutgefäße bezüglichen Erscheinungen genöthigt sein, der Vollständigkeit der Darstellung halber, ausser einigen Resultaten eigener Untersuchungen vieles Bekannte anzuführen und zu entwickeln.

§. 58. Bohrt man in die Wand eines cylindrischen, dünnwandigen und mit Wasser gefüllten Gefässes, auf dessen Inhalt ein constanter Druck lastet, ein kleines Loch, so springt ein Wasserstrahl heraus in einer zur Axe des Cylinders senkrechten und rückwärts verlängert sie schneidenden Richtung. Die Axe des Strahles liegt somit in einer Ebene, welche durch die Axe des Cylinders und die Mitte der Ausflussöffnung bestimmt ist, also in der „Stammaxen-Radialebene“ (§. 8). Dies kommt auf die folgende Weise zu Stande: In der ruhenden Flüssigkeit herrscht überall und nach jeder Richtung hin ein gleicher Druck, zufolge der unbegrenzten Verschiebbarkeit der Molekel gegen einander, welche das Wesen der Flüssigkeit ausmacht. Denn würde z. B. an einem Punkte ein stärkerer Druck sein, so würden ihm die beweglichen Nachbartheilchen nicht Widerstand zu leisten vermögen und es würde eine Ausgleichung stattfinden; ebenso im umgekehrten Fall. Auf die Wandung macht dieser nach allen Richtungen hin wirkende Druck natürlich gleichfalls nach allen Richtungen hin sich geltend. Wird aber ein Loch in die Wand gebohrt, so muss der von allen Seiten nach dem so gegebenen *locus minoris resistentiae* gleich stark erfolgende Druck in jeder durch den Radius von der Mitte der Oeffnung legbaren Ebene eine Resultante bilden, welche natürlich die Linie sein wird, welche diese Ebene symmetrisch theilt, also die Senkrechte zur Oberfläche für den Längsschnitt und die Richtung des Radius für den Querschnitt. Da diese beiden Linien beim Cylinder zusammenfallen, so fallen auch die Resultanten aller übrigen Durchschnittsebenen in diese Linie. Es geht zugleich hervor, dass der Ausfluss auch in dieser Richtung erfolgen muss, wenn die Kräfte innerhalb jeder

---

<sup>1)</sup> Recherches expér. sur le mouv. des liquides dans les tubes de très-petits diamètres. Mémoires de divers savants. T. IX.

<sup>2)</sup> Poggendorff's Annalen 1860, Bd. 109.

solchen Ebene nicht alle einander gleich, sondern nur symmetrisch zu dieser Linie geordnet sind.

Aus dem gleichen Grunde ist die Senkrechte zur Oberfläche, abgesehen von den parallel zur Cylinderaxe wirkenden und in dieser Richtung zu dehnen versuchenden Kräften, auch die Resultante des Druckes der ruhenden Flüssigkeit auf die Wand des Cylinders.

§. 59. Die von allen Seiten convergirenden Wasserstrahlen behalten nach dem Gesetz der Trägheit ihre Richtung noch jenseits der Ausflussöffnung bei, wodurch der Anfang des Strahles Aehnlichkeit mit der Kegelform erhält. Genauer betrachtet sind die Seitencontouren dieses Ausflusskegels nicht gerade Linien, sondern Bogenlinien, welche mit der Richtung der Tangente an den Rand der Ausflussöffnung beginnen, und in anfangs stärkerem, dann allmählich immer weniger gekrümmtem Bogen gegen einander convergiren, bis sie von einer Stelle an zu divergiren beginnen. Dieser Kegel stellt auch nicht einmal einen Rotationskörper dar, da er im Profil- und en face Bild verschieden ist; aber das Bild aller Ansichten wird durch die Axe des Kegels symmetrisch getheilt. Nach dieser Stelle, welche ein Querschnittsminimum darstellt, löst sich der Wasserstrahl entsprechend seiner Zusammensetzung und ebenfalls in Folge des Beharrungsvermögens in ein divergentes Strahlenbündel auf, wenn nicht die auseinandertreibenden Kräfte schwächer sind, als die Cohäsionskraft des Wassers. Ist dies Letztere der Fall, so läuft der Wasserstrahl eine Strecke weit immer dicker werdend fort bis zu einem Maximum des Querschnittes, um nach diesem sich allmählich wieder zu einem dünneren und dünnsten Querschnitt zusammenzuziehen. Solche An- und Abschwellungen wechseln im weiteren Verlauf immer mit einander ab.

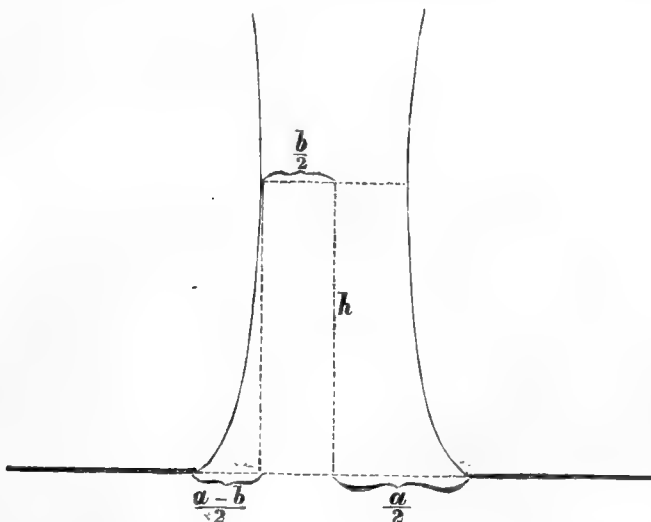
§ 60. Ueber den Abstand des ersten Minimalquerschnittes von der Ausflussöffnung und über die Grösse desselben stellte ich Versuche an, da ähnliche Versuche blos über den Ausfluss aus einem Loch in ebener Wand vorliegen, deren Resultate man nicht einfach auf cylindrisch gekrümmte Flächen übertragen kann.

Tabelle 10 enthält die Resultate einiger Versuchsreihen bei Profilmessung; und zwar zeigt sie den Einfluss, welchen die Grösse der Druckdifferenz des inneren Flüssigkeitsdruckes und des äusseren Luftdruckes, der auf der Ausflussöffnung lastet, auf Grösse und Abstand des Minimums des aus einem kreisrunden



Loche eines 9 Mm. im Durchmesser haltenden, möglichst dünnwandigen Blecheylinders ausfliessenden Strahles ausübt, für 4 verschieden weite Ausflussöffnungen. Die Grösse dieser Druckdifferenz steigt vom ersten Versuch jeder Reihe bis zum letzten. Da sie nicht gemessen, sondern bloss durch Verstellen des Hahnes an der Wasserleitung regulirt wurde, ist sie nicht mit angegeben. Der äussere Luftdruck kann für die Dauer einer Versuchsreihe als constant angenommen werden. Es bedeutet  $a$  die Weite der Ausflussöffnung,  $b$  den Minimaldurchmesser des Strahles im Profilbild und  $h$  den Abstand desselben von der Ausflussöffnung in Mm.

Die 2. und 3. Columne der Tabelle, diejenigen von  $b$  und  $h$  ergeben nun, dass das Minimum mit der Zunahme des Flüssigkeitsdruckes also der Ausflussgeschwindigkeit kleiner wird und sich weiter von der Ausflussöffnung entfernt.



Wenn man im Profilbild von einem Ende des Minimaldurchmessers ein Loth auf den Durchmesser der Ausflussöffnung fällt, so ist das ausserhalb des Fusspunktes des Lothes liegende Stück desselben  $= \frac{a-b}{2}$ . Der

Winkel  $\alpha$ , den eine vom Rande der Ausflussöffnung nach dem Rande des Minimum im Profilbild gezogene Linie mit  $a$  bildet, wird in seiner Tangente ausgedrückt durch den Quotienten  $\frac{h}{\frac{a-b}{2}}$ . Die betreffende Columne der Ta-

belle zeigt, dass dieser Quotient, also auch der Winkel  $\alpha$ , sich mit der Zunahme des Flüssigkeitsdruckes vergrössert, woraus hervorgeht, dass der Durchmesser des Minimum in einem geringeren Verhältnisse abnimmt, als der Abstand desselben zunimmt. Die einzige Ausnahme, welche das 4. Glied der 2. Reihe bildet, ist wohl auf einen Beobachtungsfehler zurückzuführen.

Es ergibt sich demnach folgende Regel:

Das beim Ausflusse aus einer kreisrunden

seitlichen Oeffnung in der Wand eines aus dem feinsten Blech gearbeiteten Cylinders sich bildende erste Minimum des Wasserstrahles bei Profilbetrachtung entfernt sich mit der Zunahme der Ausflussgeschwindigkeit continuirlich von der Ausflussöffnung und verkleinert sich zugleich continuirlich, aber in geringerem, nicht der Zunahme des Abstandes entsprechendem Grade.

Tabelle X.

a	b	h	$\frac{h}{a-b}$ 2
0,68M.	0,52M.	0,57M.	7,1
	0,53	0,84	11,0
	0,51	1,58	18,6
1,00M.	0,89	0,26	4,7
	0,83	0,52	6,1
	0,74	0,84	6,4
	0,68	0,89	5,6*
1,05M.	0,84	0,57	5,4
	0,83	0,62	5,9
	0,79	0,89	6,9
	0,76	1,00	7,0
	0,57	2,73	11,4
2,12M.	1,58	1,41	5,2
	1,31	2,37	5,8

Der Ausfluss aus cylindrischer Wand folgt also anderen Gesetzen als der aus ebener Wand, bei welchem nach Weisbach <sup>1)</sup> das kleinste vorkommende Minimum 0,64 vom Durchmesser der Ausflussöffnung beträgt und seinen grössten Abstand von derselben in einer Entfernung von der Hälfte ihres Durchmessers hat, während hier beim Cylinder trotz des geringen verwendeten Druckes in der 3. Untersuchungsreihe schon ein Durchmesser des Minimums von bloss  $\frac{0,57}{1,05} = 0,54$  des Durchmessers der Ausflussöffnung, bei einem Abstände desselben vom  $\frac{2,73}{1,06} = 2,6$ -fachen des Durchmessers der Ausflussöffnung besteht. Andere, nicht in der

<sup>1)</sup> L. c., S. 58.

Tabelle enthaltene Beobachtungen zeigten noch kleinere Minima von mehrmals weiterem Abstand.

Als Ursache dieser auffallenden Verschiedenheit sind 2 Gründe denkbar: Einmal der beim Cylinder ungleiche Zufluss aus dem Quer- und Längsdurchmesser der runden Oeffnung; zweitens die Adhaesion des Wassers an der Wand, welche bewirkt, dass auch bei der grössten axialen Geschwindigkeit die Benetzungsschicht unbewegt bleibt. Letzteres Moment muss natürlich auch, aber in geringerem Grade beim Ausfluss aus ebener Wand wirken, und man wäre so im Stande, aus photographisch gewonnenen Bildern des Ausflusskegels den Grad dieses Einflusses der Wand bei verschiedener Ausflussgeschwindigkeit zu berechnen.

§. 61. Tabelle 11 enthält in 4 Beobachtungsreihen Messungen über den Abstand und die Grösse des Profilminimum bei gleichem Flüssigkeitsdruck, aber verschieden grosser Ausflussöffnung. Da hierbei Voraussetzung ist, dass der Flüssigkeitsdruck genau constant bleibt während der Dauer der Messungen der zu vergleichenden Resultate, diese Bedingung aber bei meinen Untersuchungen nicht vollkommen erfüllt werden konnte, so stimmen die Resultate dieser Messungen sehr wenig überein. Es konnte nämlich blos die städtische Wasserleitung benutzt werden, in welcher selbst während der Nacht der Druck fortwährend schwankte. Die Columnen der a, b und h ergeben, dass mit der Zunahme der Grösse der Ausflussöffnung auch der Durchmesser des Minimum grösser wird, und dass das Minimum zugleich seinen Abstand vergrössert. Columne 4 zeigt mit einer Ausnahme, dass der Winkel für dieselbe Stromstärke annähernd der gleiche ist, unabhängig von der Grösse der Ausflussöffnung. Ebenso ergibt sich, dass das Verhältniss der Grösse des Profilminimaldurchmessers zum Durchmesser der Ausflussöffnung:  $\frac{a}{b}$  annähernd constant ist. Ueber das Verhältniss des Abstandes des Profilminimum zum Durchmesser der Ausflussöffnung ist aus Columne 1 und 3 nur ersichtlich, dass ersterer mit letzterem beträchtlich wächst und Columne sechs:  $\frac{a}{h}$  zeigt, dass dies Wachsthum bei den Versuchen ein sehr ungleiches war, was bei der genannten Fehlerquelle nicht zu verwundern ist. Es geht aber doch so viel aus den Messungen hervor, dass bei gleichem Druck der Durchmesser des Minimum annähernd im Verhältniss des Durchmessers der Ausflussöffnung wächst und sich dabei von der Ausflussöffnung entfernt,

so dass also hier kein principieller Unterschied von dem Ausfluss aus ebener Wand vorhanden ist; was ich auch noch durch Beobachtungen an weiteren und engeren Cylindern für Oeffnungen von sehr verschiedener Weite bestätigt gefunden habe.

Tabelle XI.

a	b	h	$\frac{h}{\frac{a-b}{2}}$	$\frac{a}{b}$	$\frac{a}{h}$
0,68M.	0,52M.	0,57M.	7,1	1,30	1,19
1,00	0,68	0,89	5,6*	1,47	1,24
1,05	0,76	1,00	7,0	1,38	1,05*
1,05	0,79	0,89	6,9	1,33*	1,18
2,12	1,31	2,37	5,8	1,61	0,89*
1,05	0,84	0,57	5,4	1,25	1,84
2,12	1,58	1,41	5,2	1,34	1,50*
1,05	0,62	0,85	3,9	1,69	1,23
1,12	1,31	1,68	4,1	1,61	1,26

§. 62. Während so das Profilbild des Ausflusskegels hauptsächlich abhängig ist von dem inneren Flüssigkeitsdrucke und der absoluten Weite der Ausflussöffnung, zeigt sich das en face Bild ausser durch diese, auch hier entsprechend wirkenden Factoren noch in hervorragender Weise bedingt durch das Verhältniss der Weite der Ausflussöffnung zur Grösse des Cylinderdurchmessers; so dass durch gleich grosse Ausflussöffnungen in einem engen und einem weiten Cylinder der Strahl mit wesentlich anderem en face Bild ausfliesst; indem bei ersterem die Convergenz der en face Contouren von Anfang an eine viel geringere ist und das Minimum dabei viel ferner liegt, als beim weiteren Cylinder. Dies wird dadurch hervorgebracht, dass beim relativen Grösserwerden der Oeffnung die Randstrahlen, welche ja mit der Richtung der Tangente an den Rand der Ausflussöffnung beginnen, in einem viel kleineren Winkel zu einander stehen, als bei relativ kleiner Oeffnung, wo ihr Winkel sich 180° nähert.

§. 63. Wäre das Gefäss aus einer Masse gefertigt, welche neben der genügenden Festigkeit, um dem Seitendruck Widerstand zu leisten, noch die Bildsamkeit besässe, kleineren Druckrichtungsdifferenzen nachzugeben, so würde, da nach dem Durchbruch der Wand der Druck nicht mehr allseitig senkrecht und gleich stark auf die Gefässwand drückt, sondern da ein Theil der schief gerichteten Kräfte, als deren Resultante der senkrechte Druck nach aussen hauptsächlich übrig blieb, jetzt durch den Ausfluss in Wegfall gekommen ist, und somit ausser dem jetzt geringeren senkrechten Druck auf die Wand der Umgebung der Oeffnung noch eine Summe einseitig schief nach der Oeffnung gerichteter Druckkräfte hier angreift, eine Abweichung von der cylindrischen Gestalt sich bilden. Die schiefen Kräfte greifen am stärksten an dem Rande der Ausflussöffnung an und streben ihn zu erweitern und vorzuwölben, da dass Wasser hier von allen Richtungen von der Innenseite her zusammengedrängt wird und dieser Rand den Stützpunkt abgeben muss für den so entstehenden stärkeren Druck an der Stelle und die nachher erfolgende Contraction des Wasserstrahles. An Gefässen aus einer Mischung von Schweineschmalz und Olivenöl kann man diese Wirkungsweise wenigstens annähernd zur Anschauung bringen. Aber auch die übrige, die Oeffnung umgebende Wandung wird bei genügender Bildsamkeit an jeder Stelle eine der Resultante der schief und der senkrecht wirkenden Kräfte entsprechende Richtung erhalten und im Ganzen eine konische Gestalt annehmen. Die so entstandene Convergenz der Seiten-Contouren wird im en face Bild im günstigsten Falle die ganze Hälfte der Peripherie des Kreises vertreten und im Profilbilde schon in weiter, auf beiden Seiten gleicher Entfernung von der Oeffnung eine allmähliche Erhebung darstellen. Dies wird bei derselben Bildsamkeit der Wandung um so ausgeprägter sein, je grösser die gestaltende Kraft, das ist die Differenz des inneren Flüssigkeitsdruckes und des äusseren, auf Wand und Oeffnung lastenden Druckes, ist.

§. 64. Ist dabei an die Ausflussöffnung eine cylindrische Röhre, von gleichem Querdurchmesser und gleicher Bildsamkeit, in der Richtung des Strahles angefügt, so wird sie in ihrem Anfangstheil durch den konischen Ausflussstrom an sich nicht vollkommen ausgefüllt, sondern blos durch wirbelartige Nebenströme; sie wird aber an dieser Stelle durch einen bestehenden, piézometrisch nachweisbaren, negativen Druck zur konischen

Form des Wasserstrahles eingezogen werden. Nach einer Stelle des Minimum wird dann die Erweiterung zum definitiven Lumen erfolgen. Dieselbe Gestalt muss entstehen, wenn auch die Strömung so schwach ist, dass kein negativer, sondern bloß ein schwächerer positiver Druck vorhanden ist. Es wird alsdann zwar keine Einziehung stattfinden, aber, freilich bedeutend langsamer, durch die schiefen Wasserstrahlen eine Ausbiegung der anderen Stellen sich bilden, bis vollkommen die Kegelgestalt des contrahirten Strahles erreicht ist.

Die Bildsamkeit des Wandungsmaterials muss aber eine sehr hohe sein, denn die Richtungskraft der einzelnen Wasserstrahlen wird schon durch die Adhaesion stark gemindert.

§. 65. Wird das ganze bildsame Gefäss mit seinem Inhalt in comprimirt Luft gebracht, so muss der Ausfluss in ganz derselben Weise stattfinden als vorher, da überall der gleiche Druck sich addirt, die zur Wirkung gelangende Differenz also dieselbe bleibt. Lässt man jedoch den verstärkten Luftdruck bloß auf die Ausflussmündung wirken, indem man den Rand derselben an den einer entsprechenden Oeffnung in der Wand der Kammer löthet, so wird eventuell, wenn der Luftdruck gleich dem inneren Flüssigkeitsdruck ist, gar kein Ausfluss stattfinden. Ist der Luftdruck aber geringer, so erfolgt der Ausfluss mit einer der Druckdifferenz entsprechenden Geschwindigkeit und Gestalt.

§. 66. Gehen wir nun zur Betrachtung und Untersuchung der Erscheinungen und Wirkungen in Röhren fliessenden Wassers über.

Haben wir eine gerade, cylindrische, dünnwandige, innen ganz glatte Röhre, welche aus einem Material gefertigt ist, das vom Wasser benetzt wird, so steht beim Durchfliessen des Wassers die Benetzungsschicht desselben an der Wand still und erst die nächst entfernte wird durch das Fliessen mit bewegt. Die Geschwindigkeit der Bewegung des Wassers ist in demselben Querschnitt innerhalb jedes axialcentrischen Kreises die gleiche und nimmt von der Axengeschwindigkeit, welche am grössten ist, continuirlich nach aussen ab, so dass sie in der Benetzungsschicht eben gleich Null ist. Dabei muss sich natürlich jeder rascher bewegte Flüssigkeitscylinder an dem langsamer bewegten nächst äusseren reiben, wodurch ein erheblicher Widerstand für die Fortbewegung des Wassers entsteht, der um so grösser ist, je weiter noch die untersuchte Stelle von der Ausflussöffnung entfernt ist, denn um so länger sind die Flüssigkeits-

cylinder, deren Reibung an einander überwunden werden muss. Diese innere Reibung bei der Fortbewegung oder der Widerstand gegen die Fortbewegung wächst, ausser proportional der Länge des Rohres, noch annähernd umgekehrt proportional dem Durchmesser desselben, Hagen <sup>1)</sup> und bei engen Rohren, bis etwa 4 Mm. Durchmesser, proportional der Stromgeschwindigkeit, Poiseuille l. c., Hagenbach l. c., Hagen Pogg. Annal. Bd. 46; bei weiten Rohren dagegen wächst er rascher, annähernd proportional dem Quadrat der Stromgeschwindigkeit, Weisbach <sup>2)</sup>, Darcy <sup>3)</sup>, Gauchler <sup>4)</sup>, Hagen. <sup>5)</sup> Nach der Formel des Letzteren ist für einen Meter Rohrlänge die Widerstandshöhe

$$B_1 = a \frac{u^2}{d} + b \frac{u}{d^2},$$

worin  $u$  die Geschwindigkeit,  $d$  den Durchmesser des Rohres,  $a$  und  $b$  Coefficienten bezeichnen. Die äussere Reibung durch eventuelle Unebenheit der Röhrenwandung ist dabei mit im Coefficienten  $a$ , die Widerstandsänderung durch Temperaturwechsel mit in  $b$  enthalten (Grashof <sup>6)</sup>). Ausserdem ist die Widerstandshöhe unabhängig von der Grösse des in der Flüssigkeit bestehenden Druckes Coulomb <sup>7)</sup>, Darcy l. c.

Der Druck in der Flüssigkeit macht sich auf die Wandung wieder nach allen Richtungen hin geltend; aber wenn auch natürlich die Resultante dieses Seitendruckes noch in der Stammachsen-Radialebene liegt, so steht sie doch nicht mehr senkrecht zur Wand, sondern ist an jedem Querschnitt, entsprechend der Differenz zwischen dem Drucke in dem vorhergehenden Querschnitte und dem nachfolgenden, da letzterer geringer ist, gegen die Richtung des Stromes hin geneigt. Dabei ist aber die Grösse des in dem betreffenden Querschnitt selbst vorhandenen und auf die Wandung in einer nach aussen senkrechten Richtung angreifenden Druckes Widerstand leistend wirksam, so dass also bloss eine Neigung von der Richtung der Resultante dieser Kräfte entsteht. Diese Neigung ist demnach um so geringer, je stärker der Widerstand für die Fortbewegung des Wassers ist, z. B. je länger

<sup>1)</sup> Abhandl. der Acad. d. Wissensch. zu Berlin 1869.

<sup>2)</sup> l. c., S. 92.

<sup>3)</sup> l. c.

<sup>4)</sup> Comptes rendus. April 1867.

<sup>5)</sup> l. c.

<sup>6)</sup> Theoret. Maschinenlehre, Bd. I. S. 487—491.

<sup>7)</sup> Mém. de l'Institut. T. III, p. 287.



das Rohr, und um so grösser, je grösser *ceteris paribus* die Stromgeschwindigkeit ist.

Obgleich nun die Druckdifferenz zweier nebeneinander liegender Querschnitte in Folge der geringen Differenz des Abstandes von der Ausflussöffnung eine sehr geringe ist, so ist sie doch die wesentliche Veranlassung des Weiterfliessens des Wassers.

§. 67. Dazu kommt dann noch das Beharrungsvermögen des bewegten Wassers, zufolge dessen es, wenn die Röhre gebogen ist, an der entgegenstehenden Wand anprallt, und sich an die gegenüber liegende Wand nicht anschliesst. Damit ist der Seitendruck nicht mehr an allen Seiten desselben Querschnittes gleich, sondern er ist, wie unsere Messungen mit 11 Piëzometern an der Biegungstelle ergaben, an der Anprallstelle selbst und auch noch, aber weniger, in den zur Biegungsebene senkrechten Durchmessern, je nach der Stärke der Biegung mehr oder weniger über den Druck an den nächsten, weiter stromaufwärts gelegenen Stellen erhöht, an dem der Anprallstelle gegenüberliegenden Theile der Wandung aber bedeutend erniedrigt. Eine Ausgleichung dieser Druckdifferenzen kann nicht zu Stande kommen, da sie fortwährend neu erzeugt werden. Es besteht somit ein Bestreben, das gebogene Rohr zu strecken, welches gleich ist der Differenz des Druckes an der Anprallstelle und an dem entgegengesetztem Theile desselben Querschnittes. Ist die gebogene Röhre aus bildsamem Material im obigen Sinne, so wird ihre Wand an der Anprallstelle, unter gleichzeitig erfolgender Streckung des Rohres, ausgebuchtet werden.

§. 68. Ist das Ende einer biegsamen Röhre in einem bestimmten Winkel zum gleichfalls befestigten Anfangsstück fixirt, das zwischenliegende Stück aber sich selbst überlassen, so wird dieses letztere beim Durchströmen des Wassers, wenn nicht ganz bestimmte ungünstige Verhältnisse mitwirken, in der Weise gebogen, dass der Uebergang von der einen Richtung zur gegebenen anderen nicht in einem scharfen Winkel, sondern in ganz allmählicher Biegung erfolgt.

§. 69. Schneidet man in die Wandung eines von Wasser durchströmten Blechcylinders ein Loch, so springt der Strahl aus demselben zwar noch wie bei ruhender Flüssigkeit innerhalb der Stammachsen-Radialebene heraus, aber nicht mehr senkrecht zur Cylinderaxe, sondern mit der Neigung der Resultante aus senkrechtem Seitendruck und Stromgeschwindigkeit, und man erhält hier wieder Gelegenheit, die Entstehung der Re-

sultante unmittelbar zu beobachten, da nicht jedes einzelne Wassertheilchen schon die ihr entsprechende Richtung hat, sondern diese erst durch das Zusammenwirken der von allen Seiten her, zum Theil mit ungleicher Kraft, zuströmenden Wasserstrahlen fortwährend von neuem gebildet wird. Betrachtet man bei runder Ausflussöffnung die Gestalt des Strahles an seinem Ursprunge genauer, so zeigt sich zunächst, dass das *en face* Bild in allen Zügen und auch in den Bedingungen seiner Variationen vollkommen den in §. 59—62 beschriebenen Verhältnissen entspricht, was ohne weitere Erklärung verständlich ist, da sich blos die Stellung des betreffenden Querschnittes, nicht aber die Anordnung der Kräfte in ihm, noch diese selber, verändert haben.

Das Profilbild dagegen zeigt mit der Neigung des Strahles wichtige Veränderungen, indem es mit der Zunahme der Neigung immer schmäler wird, wobei der vordere Profilcontour immer länger am freien Strahl seine ursprüngliche, der Stromrichtung entsprechende, Richtung behält, also erst später und allmählicher sich umbiegt, während der hintere Profilcontour immer rascher sich umbiegt und daher immer niedriger wird. Damit ist auch das Minimum weniger ausgeprägt und rückt näher an die Ausflussöffnung heran. Dies erklärt sich auf folgende Weise: Die Bewegungsgrösse der zufolge des inneren Flüssigkeitsdruckes von allen Seiten nach der Oeffnung, als einem *locus minoris resistentiae*, hinströmenden Flüssigkeitsstrahlen wird in deren stromaufwärts von der Mitte der Oeffnung gelegenen Theile durch die Stromgeschwindigkeit verstärkt und nach der Richtung derselben abgelenkt, wogegen die von unterhalb der Mitte der Oeffnung herkommenden Strahlen gegen die Stromkraft sich bewegen müssen und dabei um so mehr von ihr überwunden werden, je grösser die Stromkraft im Verhältniss zum Seitendruck ist, je stärker also auch die Neigung des ausfliessenden Strahles ist. Die Nothwendigkeit der Abnahme des Profildurchmessers eines aus einer kreisrunden Oeffnung ausfliessenden Strahles bei Zunahme der Neigung desselben zur Ebene des Kreises ergiebt sich aus der Projectionslehre. In den übrigen Verhältnissen variirt auch das Profilbild des Strahles nach den in §. 60—62 angegebenen Principien.

§. 70. Hat die Wandung des Cylinders wieder die gehörige Bildsamkeit, so wird sie auch wieder entsprechend den Kraftverhältnissen der von allen Seiten zufließenden Wasserstrahlen umgebildet werden, so dass sie hier also zu einem breit

gedrückten geneigten Ursprungskegel sich formt, dessen vorderer Theil viel ausgedehnter und ausgebildeter ist als der hintere. Ist wieder ein gleich bildsames Rohr an die Oeffnung angefügt, so wird dasselbe in seinem Anfangstheile nach der Richtung und Form des Strahles umgestaltet, selbst wenn es eine abweichende Richtung haben sollte; zu dieser wird dann der Uebergang durch allmähliche Biegung unter gleichzeitiger Ausbuchtung an der Anprallstelle hergestellt, falls sie im weiteren Verlaufe fixirt ist.

§. 71. Durch die Auflösung der Richtung des frei ausspringenden Strahles in Componenten, in die Stromgeschwindigkeit und den senkrecht nach aussen wirkenden, durch den Widerstand für die Fortbewegung bedingten inneren Flüssigkeitsdruck ist zugleich eine, wie ich glaube, neue und sehr einfache Methode gefunden, die Zunahme des Widerstandes bei Zunahme der Stromgeschwindigkeit zu bestimmen; eine Methode, welche darin besteht, dass man bei Gleicherhaltung aller übrigen Umstände die Stromgeschwindigkeit ändert und die entstehende Aenderung des Neigungswinkels des frei ausspringenden Strahles misst. Es fand sich diese Methode in der erwähnten älteren Literatur und auch in dem neuen, citirten Werk von Grasshof weder angeführt noch verwerthet. Bei ihrer Anwendung ist aber wohl zu berücksichtigen, dass zum freien Ausspringen des Strahles ein messerscharfer Rand der Ausflussöffnung nöthig ist. Beobachtungen mit dieser Methode an 9 und 14 Mm. weiten cylindrischen Röhren ergaben, indem bei einem Wechsel der Stromgeschwindigkeit um etwa das Sechsfache *ceteris paribus* der frei ausspringende Strahl, blos seine Sprungweite entsprechend ändernd, ganz dieselbe Richtung behielt, während er bei den geringsten Aenderungen der Endausflussöffnung oder der Neigung des Rohres entsprechend variirte, dass die Hagen'sche Formel für Röhren von dieser Weite innerhalb des von mir verwendeten Druckes von 5 Fuss Druckhöhe noch nicht anwendbar ist, sondern dass hierbei der Widerstand noch genau proportional der Stromgeschwindigkeit wächst.

Denn das Verhältniss zwischen dem Winkel des frei ausfliessenden Strahles und der Resultante aus Stromgeschwindigkeit und innerem Flüssigkeitsdruck mag ursprünglich sein, welches es wolle, es mag an lebendiger Kraft und an Richtung beliebig viel verloren gehen: wenn bei der Veränderung zweier Componenten von constanter Richtung die Resultante dieselbe Richtung behält, müssen die Componenten in gleichem Verhältnisse sich verändert

haben. Ebenso kann dieselbe Methode auch zur Prüfung des Gesetzes, dass der Widerstand proportional dem Abstand von der Ausflussöffnung ist, verwendet werden.

§. 72. Aus verschiedenen grossen seitlichen Oeffnungen desselben Cylinders springt *ceteris paribus* der Strahl unter derselben Richtung zur Cylinderoberfläche aus, was verständlich ist, wenn man bedenkt, dass Stromkraft und Seitendruck dabei immer in gleichem Verhältniss an Wirkungsfeld gewinnen.

Ferner zeigte sich, dass aus seitlichen Löchern im Cylinder der Strahl um so steiler ausspringt, je näher sie der Endausflussöffnung des Cylinders liegen, falls dieselbe kleiner ist als der Querschnitt des Cylinders.

§. 73. Setzt man eine Kammer mit comprimierter Luft an die seitliche Ausflussöffnung des Rohres an, so kann der Seitendruck blos mit der Differenz des Luftdruckes in der Camera und dem inneren Flüssigkeitsdruck wirken; die Richtung und Kraft der Strömung im Rohre werden daher die Resultante mehr beeinflussen; der Strahl also unter spitzerem Winkel und mit entsprechend niedrigerem und weniger verjüngtem Ursprungskegel entspringen. Dabei wird die Gestalt des Ursprungskegels nochmals im gleichem Sinne durch die erwähnte Abnahme der Druckdifferenz verändert, so dass der Abstand seines Minimaldurchmessers von der Ausflussöffnung sehr gering, und der Minimaldurchmesser selber relativ gross, das Minimum also wenig ausgeprägt ist.

§. 74. Dasselbe muss stattfinden, wenn statt der Camera mit comprimierter Luft ein im oben erörterten Sinne bildsames Rohr von solcher Länge angesetzt wird, dass der Widerstand in ihm an seiner Ursprungsstelle gerade so gross ist, als der der comprimierten Luft war; es wird dann die Umgestaltung am Anfangstheile desselben eine zwar die charakteristischen Contouren zeigende, aber doch nur wenig ausgeprägte und nur an einem sehr niedrigen Theil erfolgende sein, falls nicht etwa noch das Bestehen einer Differenz zwischen der Richtung der Röhre und der des unter gleichem Widerstande frei ausspringenden Strahls eine Anfangsbiegung der Röhre mit Ausbuchtung verursacht.

Ist dies Letztere wirklich der Fall, dabei die Röhre aber aus einem für die im Wasserstrahl wirkenden Kräfte vollkommen bildsamen Material, so wird die Gestalt des Ursprungskegels

durch die Biegung und Ausbuchtung nicht alterirt, denn die letzteren werden alsdann erst jenseit des Ursprungskegels stattfinden.

§. 75. Wenn dagegen die Bildsamkeit des Wandungsmaterials eine weniger vollkommene ist, so wird der seitlich ausfliessende Strahl nicht im Stande sein, das Anfangsstück der Röhre vollkommen in seine Richtung zu bringen; es muss demnach der Anprall an dem hinteren Theile der Wand schon des Ursprungskegels stattfinden, wodurch die sonst gegen das Lumen des Astes convexe Biegung des hinteren Profilcontours in ihrem äusseren Theile bis zur geraden Linie abgeschwächt oder gar in eine Concavität umgewandelt wird. Die Convergenz des hinteren Profilcontours in seinem äusseren Theile gegen den vorderen kann dabei auch aufgehoben werden, so dass Parallelismus beider Contouren gleich nach der starken Ursprungsbiegung des ersteren, oder gar Divergenz entstehen kann. Der Grad dieser Veränderung ist natürlich abhängig, ausser von der Bildsamkeit des Wandungsmaterials, von der Stromstärke des Seitenstrahls von der Differenz der Richtung des Rohres mit der des frei ausfliessenden Strahles, und von der absoluten Grösse des wirklichen Ursprungswinkels. Letzteres deshalb, weil bei grossem Ursprungswinkel nach §. 69 der Abstand des Profilminimum ein viel beträchtlicherer ist, als bei spitzem Winkel, wo er so niedrig ist, dass kaum Gelegenheit zum Anprall vorhanden ist, so dass die Ausbuchtung hier fast allein erkennbar den folgenden Theil des Rohres betrifft.

§. 76. Ich breche hier die Mittheilung hydraulischer Untersuchungen und Betrachtungen ab, da ich über die weiterhin, zum Verständniss der Ablenkung des Stammes bei der Astabgabe zu behandelnden, theilweise zum ersten Mal aufgeworfenen Fragen über das Wesen des Rückstosses der Flüssigkeiten und über seine Wirkung nicht blos beim Ausfluss, sondern auch beim Durchfluss durch Röhren, über die Grösse des Wasserstosses innerhalb gebogener Röhren und über die eventuelle Zerlegbarkeit eines gepressten Wasserstrahles in Componenten, bei der Schwierigkeit derselben und beim Mangel des Vorhandenseins von Vorarbeiten, noch nicht zu festen, auf unzweideutige Experimente gegründeten Ansichten gekommen bin.

§. 77. Wenn wir nun untersuchen, ob und wie weit die entwickelten hydrodynamischen Erscheinungen mit den oben geschilderten Gestalt- und Richtungsverhältnissen der Blutgefäss-

verzweigungen übereinstimmen, und wenn dies der Fall ist, unter welchen Bedingungen ein sich Geltendmachen der hydrodynamischen Kräfte bei der Gestaltung der Blutgefässe denkbar ist, so tritt zunächst das auffällige Verhalten hervor, dass die Gestalt der Astursprünge in vielen Fällen alle die charakteristischen Merkmale des frei aus der seitlichen runden Oeffnung eines von Wasser durchflossenen Cylinders ausspringenden Strahles zeigt und dass diese Gestalt der Astursprünge mit der Aenderung der gleichen Umstände und in der gleichen Weise variirt, wie die Gestalt solches frei ausfliessenden Strahles: nämlich für das Profilbild mit dem Neigungswinkel gegen die Stammesaxe und mit der absoluten Grösse der Oeffnung und für das en face Bild noch mit der relativen Weite des Loches resp. Astes zur Weite des Stammes; während das en face Bild beider unabhängig ist von der Neigung des Astes zum Stamme, und das Profilbild unabhängig von der relativen Weite des Astes (§. 39—54, §. 59—62 und §. 69).

Ausserdem war noch wahrscheinlich, dass die Druckdifferenz, wie beim freien Strahl (§. 60), auch bei den Arterienästen auf die Gestalt einwirke, da nach §. 42 die bezüglichen Erscheinungen nicht blos an den grösseren Arterien ausgesprochener sich finden als an den Verzweigungen der V. portae, sondern auch caeteris paribus Verschiedenheiten in ihren relativen Dimensionen erkennen liessen.

Ferner zeigt sich auch noch eine Uebereinstimmung in den Richtungsverhältnissen, indem der Astursprung in beiden Fällen immer innerhalb der Stammaxen-Radialebene erfolgt (§. 8, §. 58 und 69).

Die Gestalt der Gefässursprünge stimmt noch mehr überein mit der Gestalt der Verzweigungen von Röhren, welche, aus einem für die hydrodynamischen Kräfte bildsamem Materiale bestehend, längere Zeit von Flüssigkeit durchströmt worden sind, indem in diesem Falle auch die Basis der Astursprünge vollkommen die beschriebenen charakteristischen Formen der Basis der Gefässursprünge annehmen würde (§. 63, 64, 70 u. 74).

§. 78. Diese evidente Uebereinstimmung wird wohl Niemand als Wirkung der specifischen Function der Organe oder des Organismus, welchem die Blutgefässe zugehören, oder gar als durch äussere Einwirkungen auf die Organe bedingt hinstellen



mögen; schon deshalb nicht, weil diese beiden Momente, bei den verschiedenen Organen ganz verschieden, die bezüglichlichen Erscheinungen aber den Gefäßen dieser verschiedenen Organe gemeinsam sind.

Es bleibt somit bloß die Alternative, dass hier eine Anpassung an die vorhandenen und daher auch wirkenden Kräfte des Blutstromes stattgefunden habe, oder, dass die Anlage und das Wachsthum der Gefäße durch zwar den verschiedenen Organen gemeinsame, aber von der specifischen Function der Gefäße und dem gestaltenden Einflusse derselben unabhängige morphologische Gesetze bestimmt würden, welche selbständigen Gesetze aber zufälliger Weise genau das hergestellt hätten, was bei Geltendmachung dieser nicht zu erkennbarer Wirkung gelangten specifischen Kräfte entstanden sein würde.

Indem ich mich für die erstere Auffassung dieser Alternative entscheide, und die zweite nicht für der Discussion werth erachte, bin ich genöthigt, zu untersuchen, welche Eigenschaften eine so eminent anpassungs- und zugleich widerstandsfähige Masse eigentlich haben müsse.

Die Besonderheit dieser Eigenschaften zeigt sich am deutlichsten bei einem Vergleich mit den Eigenschaften und dem daraus hervorgehenden Verhalten gewöhnlicher elastischer Membranen. Wenn eine solche Membran durch eine Kraft gespannt ist, so kann eine noch hinzukommende spannende Kraft höchstens in dem Verhältniss ihrer Stärke zu der schon spannenden Kraft, im Falle sie nämlich in derselben Richtung wirkt als diese, eine weitere Gestaltveränderung hervorbringen, so dass beispielweise eine Zuwachskraft von  $\frac{1}{100}$  die vorhandene Gestalt bloß um  $\frac{1}{100}$  weiter von der Gestalt, welche die Membran, wenn sie ganz sich selbst überlassen ist, einnimmt, zu entfernen vermag. Dem entsprechend sieht man durch die Wirkung der relativ sehr schwachen schief angreifenden Kräfte beim Ausfluss eines Strahles durch ein Loch in einer solchen elastischen Haut keinen erkennbaren Ausflusskegel in derselben sich bilden.<sup>1)</sup>

Das Gefäßbildungsmaterial dagegen zeigt die Fähigkeit

<sup>1)</sup> Dass dies aber nicht die Folge einer etwa in elastischen Häuten stattfindenden Druckausgleichung sein kann, ergaben von mir angestellte Versuche an dünnwandigen, rechtwinkelig verzweigten und an der Verästelungsstelle mit vielen Piezometern versehenen Gummiröhren, indem sich hier an den entgegengesetzten Stellen der betreffenden Querschnitte dieselben Druckdifferenzen zeigten als an gleich geformten Blechrohren.



auch bei sehr grosser Spannung in einer Richtung noch vollkommen ganz geringen Druckwirkungen in anderer Richtung nachzugeben: eine Eigenschaft, welche blos lebendige Substanz haben kann.

Um noch einige Beispiele wahrscheinlicher Anpassung an die Kräfte des Blutstromes anzuführen, erwähne ich die Glätte der Innenwandung der Blutgefässe, die, falls nicht starke Biegungen erfolgen, runde Beschaffenheit des Querschnittes der Gefässe in ihrer Continuität, die grössere Stärke der Wandung der Arterien als der Venen (Descartes, diss. de meth. V.) und besonders die Bildung von Hauptbahnen, welche, wie wir in §. 19 sahen, im Gefässhof des Hühnchens rasch aus einer unregelmässig netzförmigen Anlage sowohl im arteriellen wie venösen Abschnitt entstehen, nachdem die Bewegung des Blutes begonnen hat; und ferner noch die radienförmige Anordnung dieser Stämme im Gefässhof von dem Ursprungspunkt aus, resp. nach dem Vereinigungspunkte hin.

Ich will hier noch ein biologisch interessantes Factum erwähnen, welches darauf hinweist, dass aus ganz verschiedenen Ursachen Aehnliches hervorgehen kann; nämlich die Thatsache, dass der Ursprung der Blattstiele und besonders der Aeste der Bäume häufig im allgemeinen ähnliche Formen zeigt, wie wir sie hier beim Ursprung der Blutgefässe gesehen haben.

Die Wiedergabe der Gestalt des frei ausspringenden Strahles ist blos möglich, wenn er wirklich ungehemmt in der Richtung entspringen kann, welche ihm, zufolge des Verhältnisses von Stromgeschwindigkeit und Seitendruck, hydrodynamisch zukommt, denn, wenn man ihn von dieser Richtung abzulenken versucht, erfährt er Aenderungen dieser Gestalt; daraus ergiebt sich die Regel:

Wo der Astursprung vollkommen die charakteristische Gestalt des frei ausspringenden Strahles hat, erfolgt der Ursprung in der haemodynamisch bedingten Richtung zum Stamme.

§. 80. Da aber die Richtung kurz nach einander aus demselben Stamme entspringender und an ihrem Ursprung die Gestalt frei ausspringender Strahlen zeigender Aeste oft nicht die gleiche ist, so beweist dies, dass in diesen Aesten die hydrodynamischen Verhältnisse nicht die gleichen sein können, dass der Druck und dem entsprechend, im umgekehrten Verhältniss, auch die Ge-

schwindigkeit in ihnen ungleich sein muss; denn im Stamme selber kann eine so erhebliche Verschiedenheit der hydrodynamischen Verhältnisse, falls nicht gleichzeitig starke Aeste auf der anderen Seite abgehen, an einander so nahen Querschnitten nicht bestehen. Es dünkt mich auch nicht unwahrscheinlich, dass an vielen Stellen des Körpers die relative Grösse der Capillarbezirke und die Weite und Länge der Capillaren nebeneinander entspringender Arterien und somit auch die Widerstände in ihnen nicht die gleichen sind.

Die Regeln 11 und 12, §. 36 und 37 besagen, dass die grösseren Arterien im Allgemeinen unter spitzeren Winkeln abgehen, als die relativ schwächeren; es muss daher, so weit ihr Ursprung die Gestalt frei unter diesem Winkel ausspringender Wasserstrahlen zeigt, der Flüssigkeitsdruck in ihnen schwächer sein, als in neben ihnen, aus dem selben Stamme unter grossem Winkel entspringenden kleineren Gefässen, falls der Ursprung derselben, wie vorkommt, in seiner Gestalt derselben Bedingung entspricht.

§. 81. Wenn aber an einer Stelle der meist befolgten Regel, dass der Ursprung der Aeste unter dem, den hydrodynamischen Verhältnissen entsprechenden Winkel erfolgt und danach erst das Gefäss die functionell nöthige Richtung durch Umbiegung erlangt, nicht zur Geltung gekommen ist, so wird, falls der Ursprungswinkel ein für die hydrodynamischen Verhältnisse zu grosser ist, abgesehen von Strudelbildungen im Stamme, an der hinteren Wand des Astes ein Anprall des in denselben einflussenden Blutstromes stattfinden.

Ist in diesen Fällen die sonst vorhandene Bildsamkeit der Gefässwandung nicht ganz aufgehoben, so muss der sonst bis zur Stelle des definitiven, resp. des Minimalquerschnittes hin gegen das Lumen des Astes convex gebogene hintere Profilcontour in dieser Biegung abgeschwächt werden, sei es bis zur geraden oder gar concaven Gestalt; und im letzteren Falle kann die Biegung geringer sein als die des vorderen Profilcontours, wobei dann also eine Convergenz beider Contouren noch fort dauert; oder sie kann ihr gleich sein, so dass Parallelismus beider Contouren gleich nach der starken Ursprungsbiegung des hinteren Profilcontours stattfindet; oder sie kann noch stärker sein, so dass der hintere Profilcontour eine Ausbuchtung bezeichnet. Durch Annahme einer solchen Entstehungsweise glaube ich, die im §. 48 geschilderten, entsprechenden Abweichungen des hinteren

Profilcontours von der gewöhnlichen Gestalt einem Verständniss näher rücken zu können.

Da an einem durchflossenen Rohre allein aus hydrodynamischen Kräften ein vollkommen rechtwinkliger Astursprung auch beim stärksten Drucke nicht vorkommen kann (§. 69), so ist es danach auch verständlich, dass an, trotzdem rechtwinklig abgehenden Arterienästen der hintere Profilcontour in seinem äusseren, jenseits der starken Anfangsbiegung liegendem Theile stets gestreckt, oder, wie an absolut stärkeren Aesten, concav ist, nie aber die bei hydrodynamisch-freiwillig rechtwinkligem Ursprunge, der nach §. 58 bloss erfolgt, wenn das Ende des Cylinders vollkommen geschlossen ist, vorhandene Gleichheit mit dem vorderen Ursprungscontour zeigt.

Dieselben Gestaltverhältnisse müssten demnach auch zeigen, und zeigen in der That die rückläufigen Gefässe, mit Ausnahme der Coronararterien, welche ich selbst unter  $126^\circ$  direct entspringen sah, ohne dass eine Ausbuchtung an dem hier überhaupt nicht formal charakterisirten, hinteren Profilcontour zu erkennen war. Seine Gestalt ist aber verschieden und scheint mit der Höhe des Ursprungs der Coronararterien im Verhältniss zu den Semilunarklappen zu wechseln, worüber ich mir genauere Untersuchungen und Mittheilungen vorbehalte. Einige rückläufige Gefässe entspringen unter spitzen Winkeln und biegen sich dann zurück; an ihnen hat der hintere Profilcontour manchmal die freiwilligem Ursprung entsprechende Gestalt.

§. 82. Nach diesen Ausführungen bleiben von den aufgestellten Regeln bloss die auf die Ablenkung des Stammes bei der Astabgabe, resp. die auf die Richtung des bei der Zusammenmündung zweier Venen sich bildenden Stammes bezüglichen Regeln, so wie die häufige Ausbuchtung des Stammes kurz nach der Astabgabe auf der Seite derselben (§. 49) ganz ohne Vermittelung.

Wenn es vergönnt ist, für den Fall, dass ich nicht in die Lage kommen sollte, morphologisch weiter arbeiten und die bezüglichen Fragen selbst behandeln zu können, meine gegenwärtige Ansicht über die Ursachen dieser Erscheinungen auszusprechen, um vielleicht anderen Bearbeitern sei es als Ausgangspunkt der Untersuchungen oder der Kritik zu dienen, so muss ich sagen, dass ich auch sie für hydrodynamisch bedingt halte, obwohl für die Ablenkungsregeln auch rein morphologische Entstehungsweisen sehr wohl denkbar sind, wozu noch kommt, dass man an den Pflanzen ähnliche Erscheinungen sehr verbreitet findet. Welche

hydraulischen Kräfte ich nach bis jetzt angestellten Versuchen als dabei wirksam vermuthe, geht aus den in §. 76 aufgeworfenen Fragen hervor.

Von der Richtung des Venenstammes glaube ich, dass sie die Resultante der sich vereinigenden Ströme ist und in ähnlicher Weise gebildet wird, nur vielleicht mit anderem Verlust an Richtung und lebendiger Kraft, als bei freien, unter einem Winkel sich treffenden und danach vereinigt, in einer dem Parallelogramm der Kräfte entsprechenden Richtung, weitergehenden Strahlen. Nur bei solcher Richtung des Venenstammes wird der Anprall der Blutströme der sich vereinigenden Venen an der Wand des Stammes auf beiden Seiten der gleiche, und somit hydrodynamisch keine Veranlassung zu einer Aenderung gegeben sein.

§. 83. Um noch die Ursachen der Ausnahmen von unseren Regeln einer kurzen Besprechung zu unterziehen, so ist es zunächst wohl selbstverständlich, dass an Organen, welche durch fortwährende äussere Einwirkung in ihrer Gestalt verändert werden, und noch mehr an den muskulösen, in ihrer ganzen inneren Anordnung der Theile den bedeutendsten Aenderungen ausgesetzten Organen Abweichungen sich finden müssen. Die bei dieser Regellosigkeit auffällige Erscheinung ist aber, dass nach §. 36 gerade an den Arterien der Extremitäten die feinen Aeste unter, einer Regel folgenden, grossen Winkeln entspringen und auch sonst regelmässige Gestalt der fast stets in der Stammachsen-Radialebene erfolgenden Ursprünge zeigen, obgleich sie doch nicht minder bei der Muskelcontraction verzerrt werden, als die grösseren. Dies Verhalten erklärt sich sehr einfach, wenn man bedenkt, dass die Höhe des Ursprungskegels dieser feinen Aeste nicht die Dicke der Gefässwand des Stammes erreicht.

Auusserem umgestaltenden Druck und Zug sind ausser den oberflächlich gelegenen Körpertheilen auch alle Organe der Bauch- und Brusthöhle in höherem oder geringerem Grade ausgesetzt und von jeher ausgesetzt gewesen, wodurch denn eine vollkommene Anpassung an die hydrodynamischen Kräfte unmöglich wurde. Ich glaube auch an der Leber die meisten Ausnahmen von den Ablenkungsregeln an den Verzweigungen gesehen zu haben, deren Verzweigungsebene in der Längsrichtung des Körpers oder schief zu dieser Richtung stand; dagegen fand sich die vollkommenste Uebereinstimmung an den grossen, in der Querschnittsebene des Körpers gelegenen Verzweigungen des rechten

Leberlappens des Menschen. Noch evidenter war dieser Unterschied an der Krokodilleber, welche zugleich als Centrum tendineum dient, und an welcher sogar die Gefässe nicht rund, sondern entsprechend der Richtung des Zuges stark abgeplattet waren.

Die Unregelmässigkeiten an Verzweigungen von weniger als 0,3 Mm. Aststärke können leicht durch physiologischen oder unphysiologischen Druck auf die Organe entstehen, ebenso wie die Unregelmässigkeiten an dünnen Rändern der Organe.

Wenn ferner, wie in §. 26 beschrieben ist, eine morphologische Nöthigung vorhanden ist, die bei der Astabgabe veränderte Richtung des Stammes nicht beizubehalten, sondern wieder zur ursprünglichen Richtung zurückzukehren, so ist es nicht zu verwundern, dass in diesen Fällen auch die Ablenkung des Stammes von vornherein verhältnissmässig etwas zu gering ist. Dieses Vorkommniss spricht gerade für ein nicht morphologisches Bedingtsein der Ablenkungsregeln.

In diese Gruppe gehören auch noch die anderen morphologisch bedingten Abweichungen von der hydrodynamischen Selbstgestaltung, nämlich einmal das Vorkommen grösserer oder kleinerer Astwinkel, als den hydrodynamischen Verhältnissen entspricht, und zweitens alle Biegungen, von welchen letzteren ein Theil das Bedingtsein durch die specifische Function recht deutlich erkennen lässt. Was in diesen Fällen die Gefässwand trotz ihrer sonstigen Bildungsfähigkeit an Widerstand zu leisten vermag, das zeigt am drastischsten der vordere Theil des Arcus aortae, dessen Wand an einer Stelle das ganze Leben hindurch bis zum beginnenden Greisenalter dem Anprall des mächtigsten Stromes des Körpers widersteht, nur in der kleinen Ausbuchtung des sinus quartus ein Nachgeben bekundend, während sie gleich daneben beim Ursprung der Aeste an die Richtungen der feinsten Strömungen sich angepasst zeigt.

Diese Momente haben natürlich nicht erst im extrauterinen Leben des Individuums, sondern auch schon in der phylo- und ontogenetischen Vorgeschichte des Organismus und der Organe ihre alterirende Einwirkung geltend gemacht. Aus letzterer Periode liefert eine Anzahl Beispiele derjenige Theil der Leber, in welchem mit dem Aufhören des Foetalkreislaufs eine Umkehr der Stromrichtung des Blutes stattfindet. Die Astursprünge aus dem linken vorderen Hauptast der V. port., welcher ursprünglich die Fortsetzung der V. umbil. war, bilden Ausnahmen, die während des

ganzen Lebens nicht vollkommen ausgeglichen werden. Der linke Leberlappen zeigt ausserdem mit der Zunahme seiner von Toldt und Zuckerkandl <sup>1)</sup> nachgewiesenen Atrophie im Vorschreiten des Alters immer häufigere Ausnahmen. Die grossen Veränderungen, welche pathologische, mit Blutstauung verbundene Processe an der Gestalt der Gefässverzweigungen hervorbringen, können hier natürlich nicht Gegenstand der Erörterung sein.

§. 84. Wenn zum Schlusse noch die üblige Frage nach dem Nutzen der gefundenen Einrichtungen wenigstens für diejenigen derselben aufgeworfen und beantwortet werden soll, deren Ursache ich erkannt zu haben glaube, und deren Wesen ich als möglichst vollkommene Anpassung an die hydrodynamischen Kräfte, soweit es die specifischen Functionen und die Vorgeschichte der Organe und äussere Einwirkungen irgend gestatten, bezeichnen möchte, so ist zu sagen, dass der Nutzen dieser Einrichtungen in der Vertheilung des Blutes unter dem geringsten Verlust an lebendiger Kraft besteht. Denn es entsteht dabei nur das geringste Mass an Strudel- und Wirbelbildungen im Blute, welche bei der sechsfachen Grösse des Reibungscoefficienten des Blutes von dem des Wassers und bei den Millionen von Verzweigungen einen ungeheuren Verlust an, vom Herzen zu liefernder, lebendiger Kraft unter Umsetzung in Wärme verursachen würden, wenn sie an jeder Verzweigungsstelle vorkämen. Und es wird heut zu Tage wohl Niemand mehr, gleich Descartes l. c, die Wärme-Bildung als eine specifische Function des Herzens bezeichnen wollen, wenngleich alle Herzkraft in Wärme umgesetzt wird.

Die vorliegenden Einrichtungen zeigen also den Charakter, den alle Einrichtungen haben müssen, welche durch die in ihnen fungirenden mechanischen Kräfte selber und aus einem vollkommen bildungsfähigen Material gestaltet werden: den Charakter der höchsten Vollkommenheit oder der „Zweckmässigkeit“, wie man heut zu Tage noch sagt.

Schliesslich sei es mir noch gestattet, eine angenehme Pflicht zu erfüllen, indem ich meinem verehrten Lehrer, dem Herrn Professor Schwalbe, für mannichfache Unterstützung bei dieser Arbeit, sowie auch den Herren Proff. W. Preyer und W. Müller

---

<sup>1)</sup> Wiener Sitzungsber. 1875.

für Ueberlassung von Material und Literatur meinen herzlichsten Dank ausspreche.

Jena, December 1877.

### Erklärung der Abbildungen auf Tafel VIII.

- Fig. 1. En face Umriss des Ursprungs eines schwachen in der Stamm-  
axen-Radialebene entspringenden Astes. § 8, S. 9. § 40, S. 32.
- Fig. 2. Desgl. eines nicht in der Stamm-axen-Radialebene entspringenden  
Astes. § 40, S. 32.
- Fig. 3. Profil-Umriss des Ursprungs eines 0,68 Mm. starken, rückläufigen  
Astes der A. brach. des erwachsenen Menschen. § 46, S. 34. § 48, S. 36.
- Fig. 4. Desgl. eines 1,58 Mm. starken Astes der 7,5 Mm. Durchmesser  
haltenden A. brach. des Erwachsenen. § 46, S. 34.
- Fig. 5. Desgl. einer vorwärts sich umbiegenden A. intercost. von 0,29 Mm  
Durchmesser des Kaninchen, bei einer Stärke der Aorta von 3,5 Mm.  
Durchmesser. § 47, S. 35. § 48, S. 36.
- Fig. 6. Desgl. einer A. renal. sin. eines einjähr. Kindes, von 2,2 Mm. Durch-  
messer bei 5,6 Mm. Durchmesser der Aorta. § 47, S. 35.
- Fig. 7. Desgl. der A. meseraic sup. eines einjährigen Kindes, von 2,47 Mm.  
Durchmesser, bei 6,3 Mm. Durchmesser der Aorta. § 48, S. 36.
- Fig. 8. Desgl. eines Astes von 2,94 Mm. Durchmesser der A. brachial des  
Erwachsenen von 7,5 Mm. Durchmesser. § 48, S. 36.
- Fig. 9. Desgl. der Verzweigung einer V. port. des Erwachsenen, von 1,2 Mm.  
Durchmesser. § 48, S. 37.
- Fig. 10. Desgl. einer V. port. des Erwachsenen, von 5,6 Mm. Durchmesser.  
§ 49, S. 37.
- Fig. 11. Profilbild des Ursprungs eines 2,6 Mm. starken Astes der A. brach.,  
von 7,7 Mm. Durchmesser, vom Erwachsenen. § 53, S. 38.



# Ueber Wachstumsverschiebungen und ihr Einfluss auf die Gestaltung des Arteriensystems.

Von

**G. Schwalbe.**

Hierzu Tafel IX.

In der vorstehenden Arbeit des vorliegenden Heftes der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft hat Herr R o u x einige allgemeine Regeln aufgestellt, welche sich auf Richtung und Gestaltung der Blutgefäßverzweigungen beziehen. Für letztere, sofern sie sich an den Gefäßen der verschiedensten Provinzen in übereinstimmender Weise wiederholen, hat der genannte Autor mit höchster Wahrscheinlichkeit als causales Moment hydrodynamische Kräfte in Anspruch genommen; jedenfalls liegt in ihnen auch die Ursache der so constant an den differentesten Stellen wiederkehrenden Ablenkung der Gefäßbahn aus der ursprünglichen Richtung bei Abgabe von genügend starken seitlichen Zweigen.

Es ist durch diese sorgfältigen Untersuchungen von R o u x zum ersten Male der Versuch gemacht, den Gesetzen der Gefäßverzweigungen nachzuforschen, die Ursachen ihrer Richtung und Gestaltung kennen zu lernen und in hydrodynamischen Kräften eine wichtige Ursache specieller Richtungs- und Gestaltungsverhältnisse nachgewiesen worden. Der Autor hat sich dabei glücklich vor zu weit gehenden Verallgemeinerungen bewahrt. Mit Recht führt er aus (§. 69 und 81), dass an einem durchflossenen Rohre allein aus hydrodynamischen Kräften ein vollkommen rechtwinkliger Astursprung (geschweige denn ein stumpfwinkliger, wie bei rückläufigen Arterien) auch beim stärksten Drucke nicht vorkommen kann. Nun finden sich aber derartige Astursprünge nicht nur nicht selten, ja sogar häufig, allerdings in den meisten

Fällen, wenn ich mich so ausdrücken darf, mit hydrodynamisch gestaltetem Ursprungskegel. Es fragt sich, durch welche Ursachen kommt der rechtwinklige, durch welche Ursachen der stumpfwinklige (rückläufige) Astursprung zu Stande. Es würde vermessen sein, schon jetzt, nachdem kaum erst der Anfang zu einer Erklärung des Modus der Gefässverzweigungen gemacht ist, diese Frage in ihrem vollen Umfange beantworten zu wollen. Handelt es sich doch zunächst darum, überhaupt festzustellen, welche Winkel bei der primären Anlage der Gefässverzweigungen angelegt werden, und dies ist von mir noch nicht geschehen. Nur so viel kann man wohl ohne Weiteres zugeben, dass stumpfwinklige (rückläufige) Gefässverzweigungen nicht der ersten Anlage entsprechen werden, wie sie ja auch nicht hydrodynamisch bedingt sein können. Dennoch finden wir derartige Gefässverzweigungen durchaus nicht selten, und die Lehre von den Arterien des menschlichen Körpers, an die ich mich hier, als an die bekannteste, ausschliesslich halten will, weiss von einer ganzen Reihe recurrirender Arterien zu berichten. Ich will hier nur der auffallendsten gedenken und in den nachfolgenden Zeilen versuchen, eine Erklärung ihrer auffälligen Verlaufsrichtung zu geben.

Aus dem Gebiete der Carotis externa gehört hierher die A. thyreoidea superior. Das Gebiet der Armarterie, sowie der Arterie der unteren Extremität ist repräsentirt durch die A. recurrens radialis, ulnaris und interossea, durch die A. recurrens tibialis posterior und anterior; überdies sind aus dem Bereich der Extremitätenarterien diejenigen Zweige hier ganz besonders zu berücksichtigen, welche in aufsteigende Ernährungskanäle führen, also die des Radius und der Ulna, sowie des Femur. Ich werde diese rückläufigen Ernährungsarterien in der Folge als Aa. recurrentes ossium bezeichnen. Auffallende Beispiele rückläufiger Arterien sind auch die oberen Aa. intercostales aorticae, deren Ursprungswinkel indessen, wie ich gleich hier bemerken will, bei verschiedenen Individuen ein sehr verschiedener sein kann. — Von wichtigeren Arterien gehören endlich hierher die Aa. epigastricae inferiores und spinales anteriores und posteriores.<sup>1)</sup>

---

<sup>1)</sup> Ueber die Entstehung der Richtungen dieser letztgenannten Arterien habe ich noch keine Erfahrungen gesammelt. Für die A. epigastrica inferior liegt die Erklärung wohl in dem Verhalten der embryonalen Bauchwand; für die

Sehen wir nun zunächst ab von den unteren epigastrischen, sowie von den Spinalarterien, so werden wir für die rückläufige Richtung der übrigen namentlich aufgeführten Gefässe ein gemeinsames Erklärungsprincip aufzustellen haben, das ich das Princip der Wachsthumsverschiebungen nennen will. Es ist dies keineswegs ein neues Princip, von dem nicht hin und wieder schon Gebrauch gemacht wäre, um zum Verständniss einiger Formverhältnisse zu gelangen. So erklärt man ja beispielsweise schon lange die verschiedene Lage des Rückenmark-Endes bei Kindern und Erwachsenen, sowie die daraus resultirende schief absteigende Richtung der unteren Spinalnerven aus einem ungleichmässigen Wachsthum der Länge von Wirbelsäule und Rückenmark, und Ravenel hat kürzlich die zur Begründung nothwendigen Messungen publicirt.<sup>1)</sup> Ebenso anerkannt ist, dass der eigenthümliche Verlauf des Nervus laryngeus inferior vagi ebenfalls durch eine Wachsthumsverschiebung, durch das Herabsteigen der beiderseitigen vierten Kiemenarterien-Bogen bedingt ist. Freilich fehlen hier noch genauere Zahlen-Ermittelungen. Auf eine eigenthümliche Umkehr der ursprünglichen Verlaufsrichtung habe ich sodann in meinem Aufsatze „Ueber die Ernährungskanäle der Knochen und das Knochenwachsthum“<sup>2)</sup> die Aufmerksamkeit gelenkt, nämlich auf die Umkehr der ursprünglichen Verlaufsrichtung der Aa. nutritiae radii, ulnae und femoris. Ich zeigte dort, dass der Ernährungskanal in Radius und Ulna, sowie der obere canalis nutritius femoris anfangs in absteigender Richtung verlaufen, mit zunehmendem Alter aber durch Vorgänge des Knochenwachsthums, die ich wohl mit Fug und Recht ebenfalls als Wachsthumsverschiebungen bezeichnen kann, zu einer aufsteigenden Richtung gezwungen werden. Was dem Kanale widerfährt, erleidet auch sein Inhalt: Die anfangs unter spitzem Winkel vom Stamm entspringende A. nutritia der genannten Knochen

---

Aa. spinales entsteht die Vermuthung, dass ihre Bahnen erst secundär sich ausbilden, während die primären Gefässbahnen des Rückenmarks in den spinalen Aesten der Vertebralis, Intercostales und Lumbales zu suchen wären. Es würden in diesem Falle ursprünglich schwache Anastomosen zwischen A. vertebralis und den segmentalen Spinalarterien zur stärkeren Ausbildung gelangen und die Aa. spinales formiren.

<sup>1)</sup> Die Massverhältnisse der Wirbelsäule und des Rückenmarkes beim Menschen. Zeitschr. f. Anatomie und Entwicklungsgesch. II, S. 352, 354.

<sup>2)</sup> Zeitschr. f. Anat. und Entwicklungsgesch. II, S. 308 ff.

wird später zu einer *recurrens*, deren Richtung demnach einen stumpfen Winkel mit der Fortsetzung des Stammes bildet.

Diese Erfahrungen, an den *recurrenden* Ernährungsarterien der Knochen gesammelt, legten mir schon damals den Gedanken nahe, dass ähnliche Ursachen auch für die Richtung der anderen rückläufigen Arterien bestimmend sein möchten. In wie weit diese Vermuthung bei genauerer Prüfung der thatsächlichen Verhältnisse ihre Bestätigung gefunden hat, werden die folgenden Zeilen lehren. Ich werde in denselben jedoch die Frage allgemeiner stellen und nicht bloß auf die rückläufigen Arterien Rücksicht nehmen, sondern auch anderer gedenken, soweit ihre Richtung durch Wachstumsverschiebungen beeinflusst wird.

Zuvor werden wir uns aber darüber klar zu machen haben, in welcher Weise überhaupt eine Wachstumsverschiebung im Gebiete des Arteriensystems stattfinden kann. Offenbar muss man in dieser Beziehung 2 Hauptfälle unterscheiden.

1) Es kann das Eigenwachsthum der Arterien zu verschiedenen Zeiten der Entwicklung an den verschiedenen Stellen ihres Verlaufes ein verschiedenes sein. Dass dies schon genügt, eine Veränderung der Astringung zu bewirken, geht aus dem Schema Fig. 1 mit aller Deutlichkeit hervor. Es ist in demselben angenommen, dass beim Anwachsen der Stamm-Arterie ab zu der Grösse AB die Unterlage resp. Umgebung der Arterie cd genau ebensoviel wachse, dass also  $CD=AB$ . Wachsen nun die einzelnen Strecken von ab: 0—1, 1—2, 2—3 in gleichem Verhältniss, so wird keine Veränderung der Richtung der Seitenzweige m und n eintreten; wenn dagegen 1—2 beispielsweise um das 4fache wächst, während 0—1 und 2—3 sich nicht verlängern, so muss die in der Figur dargestellte Veränderung der Richtung eintreten, da ja die Enden der Seitenzweige an der Unterlage resp. Umgebung fixirt sind. Die Linien 1' 1" und 2'—2" geben jetzt die Richtungen an.

2) Eine zweite Möglichkeit ist die, dass die Stamm-Arterien in allen ihren Stücken gleichmässig zunehmen, also so zu sagen ein proportionales inneres Wachsthum, ein gleichmässiges interstitielles Wachsthum besitzen, dass sie aber im Verhältniss zu den umgebenden Theilen langsamer oder rascher wachsen. Geht man beispielsweise bei der Betrachtung der hier vorkommenden Fälle von einem Stammgefäss aus, von welchem in regelmässigen Intervallen unter rechten Winkeln Seitenzweige entspringen (Fig. 2 u. 3 in a b bei 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6),

so wird die Richtung dieser seitlichen Zweige sofort alterirt werden, sobald Störungen im proportionalen Wachstum der Stammarterie einerseits, ihrer Unterlage oder Umgebung andererseits eintreten. Es sind hier wieder 2 Fälle für die Gestaltung des Arteriensystems von Bedeutung:

a) Die Stamm-Arterie ab wächst langsamer als die Unterlage cd resp. die Umgebung, in welcher die Enden der Seitenzweige enthalten sind, so dass also  $CD > AB$  wird. In diesem Falle (Fig. 2) werden die Endpunkte der Seitenzweige ( $0'$   $6'$ ) aus einander rücken, es wird also ein ganz ähnliches Bild entstehen, wie es der Längsschnitt eines Röhrenknochens im embryonalen Alter nach meinen Ermittlungen zeigt.<sup>1)</sup> Wie in letzterem Falle die Gefässkanäle von einem neutralen Punkte<sup>2)</sup> aus nach beiden Enden divergiren, so wird hier eine analoge Divergenz der seitlichen Zweige stattfinden; dieselben müssen nothwendiger Weise ihre Richtung verändern in der aus dem Schema Fig. 2 ersichtlichen Weise.

b) Die Stamm-Arterie wächst rascher als ihre Unterlage resp. Umgebung. Dann muss man natürlich als Endresultat in dem von mir angenommenen Falle convergirende Seitenzweige erhalten (Fig. 3, in welcher  $AB > CD$  geworden ist).

Bei der Annahme der eben erwähnten Fälle 1) und 2) a und b wurde noch vorausgesetzt, dass für die Verschiebungen der Arterien auf ihrer Unterlage nirgends ein Hinderniss existire, dass die Verschiebungen vollständig frei erfolgen können. Dies ist nun natürlich in Wirklichkeit fast niemals der Fall und so entstehen weitere Modificationen. Man kann die jedesmal resultirenden Richtungen der Seitenzweige sehr leicht durch analoge Constructionen wie die der Figuren 2 und 3 erfahren. Ich begnüge mich hier nur noch 2 specielle Fälle besonders hervorzuheben. Wenn man in Fig. 2 das untere Ende von a b in b fixirt denkt, so werden die Wachstumsverschiebungen alle in der Richtung nach a erfolgen; es wird also der in b entspringende Seitenzweig

<sup>1)</sup> L. c., Fig. 2, Taf. XIV.

<sup>2)</sup> Ich benutze hier die Gelegenheit, eine ungenaue Angabe des Referates, welches Löwe über meine Arbeit im medicinischen Centralblatt 1876, S. 497 bis 498 gegeben hat, zu berichtigen. Ich habe den Ausdruck: „neutraler Punkt“ nur von einem Punkte auf der Oberfläche des Längsschnittes gebraucht, nicht „von einer Stelle an der Peripherie des Röhrenknochens“. Die Löwe'sche Verbesserung: „neutrale Zone“ ist nicht neu, sondern in derselben Arbeit, über die Löwe referirt, von mir da, wo sie wirklich hinpasst, gebraucht, z. B. bei der Erklärung der Figuren auf Taf. XVI, S. 352.

horizontal bleiben, alle höher gelegenen aber unter immer grösserem Winkel nach oben divergiren. Das Umgekehrte erhält man, wenn man *b* in Fig. 3 fixirt denkt. Es bleibt dann ebenfalls der unterste Seitenzweig horizontal; alle oberhalb gelegenen werden aber in der Richtung nach unten convergiren, und zwar wird der Neigungswinkel gegen *ab* um so spitzer sein, je näher an *a* der Zweig entspringt.

Die im Vorstehenden erörterten verschiedenen Fälle von Wachstumsverschiebungen bezogen sich vorzugsweise auf Stammarterien und deren parietale Zweige. Ich habe dabei besonders an die Aorta und die aus ihr entspringenden Interostal- und Lumbal-Arterien gedacht, wie ich unten des Weiteren ausführen werde. Für die visceralen Aeste der Aorta kommt aber noch eine Möglichkeit in Betracht: die Abgangsstelle von der Aorta kann im Wesentlichen ihre Lage zum Skeletsystem beibehalten, während das Ende des Seitenzweiges mit dem durch ihn versorgten Eingeweide eine wesentliche Lageveränderung im Laufe der Entwicklung durchmacht und dadurch modificirend auf die Astrichtung einwirkt. Das auffallendste Beispiel dieser Art ist das Verhalten der *Arteria spermatica interna*, die mit dem fortschreitenden *Descensus testiculorum* immer mehr verlängert und zu einem zunehmenden spitzwinkligen Ursprunge aus der Aorta gezwungen wird. Ein anderes Beispiel werden wir in dem Verhalten der *A. thyreoidea superior* und *inferior* kennen lernen. Beide werden in ihrer Richtung durch das Herabsteigen der *Glandula thyreoidea* beeinflusst.

In der *Arteria spermatica interna* haben wir zugleich ein frappantes Beispiel von ungleichmässigem Längenwachsthum im Gebiete des Arterienbaumes. Es ist schon aus den Thatsachen des *Descensus testiculorum* selbstverständlich, dass die *A. spermatica interna* in dem Masse, als der Hoden herabsteigt, im Längenwachsthum bedeutend das unterhalb ihres Ursprungs gelegene Stück der Aorta abdominalis überflügeln muss: sie nimmt in derselben Zeiteinheit um ein grösseres Stück der Länge nach zu, als die Aorta descendens. Es ergiebt sich demnach schon aus dieser einen Thatsache, dass die Längenzunahme der Arterien durchaus nicht überall eine gleichmässige ist.

Für eine andere Stelle habe ich ein ungleichmässiges Längenwachsthum durch Messungen festgestellt. Vergleicht man die Gesamtlänge der *Carotis communis dextra* + *A. anonyma* mit der Gesamtlänge der Aorta descendens, so ergibt sich (vergl.

Tabelle I), dass die Länge der ersteren Arterien während des fötalen Lebens relativ bedeutender ist als wie nach vollendetem Wachsthum. Es folgt daraus, dass die Aorta descendens als Ganzes bedeutender an Länge zunimmt, wie A. anonyma und A. carotis communis.

**Tabelle I.**

Relatives Wachsthum der Carotis communis und Aorta descendens.<sup>1)</sup>

Alter.	Länge der Aorta descendens.	Länge der Carotis communis + Anonyma.	Aorta = 100. Länge der Car. comm. + Anonyma.
Fötus			
13 Wochen	23	12,5	54,3
Fötus			
18 Wochen	50	26,5	53
Kind			
10 Tage	111	41,5	37,3
22 Tage	127	57	44,8
20 Wochen	124	62,5	50,4
<b>Erwachsene:</b>			
1) 22 J.	383	143	37,3
2) 25 „	385	147	38,1
3) 37 „	350	130	37,1
4)	310	131	42,2
5)	390	160	40,7
6)	390	144	36,9

Wir ersehen aus vorstehender Tabelle, wenn die Aorta descendens = 100 gesetzt wird, dass die Carotidenlänge (carotis comm. dextra + anonyma) während des fötalen Lebens (13 resp. 18 Wochen) mehr als die Hälfte der Aortenlänge beträgt (53 resp. 54,3), während das Mittel aus den 6 aufgeführten Messungen bei Erwachsenen (38,7) sich weit unterhalb der halben Aortenlänge befindet. Ich gebe gern zu, dass die wenigen Zahlen, welche ich hier und in der Folge bis jetzt mittheilen kann, noch nicht zur definitiven Feststellung der Wachstumsverhältnisse genügen, da ja der durch die individuellen Verschiedenheiten bedingte Fehler immer nur durch grössere Reihen von Messungen auszugleichen ist. Indessen dürfte auf einem Gebiete, das noch gänzlich unbearbeitet ist, jede Mittheilung von Material und die sich auf dieses allerdings noch unvollständige Material stützenden Folgerungen mittheilenswerth sein, um so mehr, als sie andeuten, worauf die

<sup>1)</sup> Maasse hier und in den folgenden Tabellen in Millimetern.



Arbeit innerhalb dieses Gebietes zunächst zu richten ist. Das Arterienwachsthum resp. Gefäßwachsthum ist nun ein solches Feld, auf dem wir noch nicht einmal den Modus kennen. Wir nehmen nach Allem an, dass die Gefäßwandungen interstitiell wachsen; über die Vertheilung dieses interstitiellen Wachsthum haben wir aber noch durchaus keine Erfahrungen. Dies ist es, was mich ermuthigt, die gelegentlich dieser Arbeit über das Arterien-Wachsthum gesammelten Thatsachen, so unvollständig sie sind, mitzutheilen, sei es auch nur, um durch sie zu einer genauen Erforschung dieses Gebietes weitere Anregung zu geben.

Meine vorläufigen Untersuchungen über die Vertheilung des interstitiellen Wachsthum auf einzelne Strecken der Arterienbahn haben ferner ergeben, dass an anderen Orten eine gleichmässige Längenzunahme zu erfolgen scheint. Vergleichen wir z. B. die Längen der Aorta thoracica und Aorta abdominalis unter einander in den verschiedenen Altern, so ergibt sich, wie Tabelle II zeigt, kein wesentlicher Unterschied.

Tabelle II.

Relatives Wachsthum der Aorta thoracica und Aorta abdominalis.

Alter.	Absolute Länge		Ganze Aorta descendens = 100	
	der Aorta thoracica	der Aorta abdomin.	Aorta thoracica	Aorta abdomin.
Fötus				
11 Wochen	12,5	10	55,5	44,5
Fötus				
16 Wochen	21,5	13	62,3	37,7
Fötus				
18 Wochen	34	16	68	32
Fötus				
18 Wochen	32,5	17,5	65	35
Kind				
10 Tage	72	38	65,5	34,5
Kind				
20 Wochen	73	51	58,8	41,2
Erwachsene:				
1) 22 J.	238	145	62,1	37,9
2) 25 "	240	145	62,3	37,7
3) 27 "	205	150	57,7	42,3
4) 37 "	220	130	62,8	37,2
5) 50 "	245	145	62,8	37,2
6) 58 "	230	160	58,9	41,1
7)	238	142	62,7	37,3
8)	246	164	60	40
9)	220	133	62,3	37,7
10)	235	115	67,1	32,9

Zur Erläuterung bemerke ich, dass als Aorta thoracica ein für alle Mal der Abstand zwischen Mitte des Ursprungskreises der A. subclavia sinistra und der entsprechenden Stelle des Ursprungs der Art. coeliaca gemessen wurde. Die Messungen an 10 Erwachsenen ergaben, wenn [die gesamte Aorta descendens = 100 gesetzt wird, für die Aorta thoracica im Mittel 61,8, für die Aorta abdominalis im Mittel 38,2; und um diese Zahlen herum gruppieren sich auch die 6 an Föten und Kindern gefundenen Werthe. Ich muss mich demnach vorläufig für eine gleichmässige Längenzunahme der Brust- und Bauch-Aorta erklären. Dagegen scheint nach den bis jetzt vorliegenden Zahlen sich das innere Wachstum der Aorta abdominalis complicirter zu gestalten. Dasselbe wurde dadurch gemessen, dass die Abstände zwischen den Ursprungsmitten 1) der A. coeliaca und mesenterica superior, 2) der A. mesenterica superior und inferior und 3) der letzteren von der Gabelungsstelle der Aorta bestimmt wurden. Es sind dies diejenigen Aeste der Aorta abdominalis, welche wohl den constantesten Ursprung besitzen.

Tabelle III.

Relatives Wachstum der einzelnen Strecken der Aorta abdomin.

Alter	Absolute Werthe des Abstands			Aorta abdominalis = 100		
	d. A. coeliaca von mesent. superior = a	d. A. mes. sup. von A. mes. inf. = b	d. A. mes. inf. von Theilung = c	a	b	c
Fötus						
16 Wochen	2	6,75	4,25	15,3	51,9	32,8
18 Wochen	2,5	9,5	4	15,6	59,3	25,1
18 Wochen	2	9	3,5	13,7	62	24,3
Kind						
10 Tage	6	19	13	15,7	50	34,3
20 Wochen	4,5	24	17	9,8	52,7	37,5
2 Monat (?)	6	27	15	12,5	56,2	31,3
6 Monat	7,5	25,5	10	17,4	59,3	23,3
Erwachsene:						
1)	15	71,5	56	10,5	50,1	39,4
2)	13	69	57	9,3	49,6	41,1
3)	14	87	40,5	9,8	61,4	28,8
4)	12	79	42	9,0	59,4	31,6
5)	27	95	42	16,4	57,9	25,7

Ich will aus den wenigen in vorstehender Tabelle mitgetheilten Zahlen noch keinen sicheren Schluss ziehen. Da auch unter den 5 Erwachsenen Zahlen vorkommen, wie bei den gemessenen Föten und Kindern, so könnte man es hier mit blossen individuellen Verschiedenheiten zu thun haben; das Wachsthum der Aorta abdominalis wäre dann ein gleichmässig interstitielles. Andererseits kann man sich nicht verhehlen, dass bei Erwachsenen für den Abstand von Coeliaca und Mesenterica superior die niedrigeren Zahlen, für das Endstück der Aorta, obwohl weniger ausgesprochen, die höheren Zahlen überwiegen, so dass die Vermuthung nahe liegt, als wachse das Endstück der Aorta mit fortschreitendem Körperwachsthum rascher, das Anfangsstück der Bauch-Aorta langsamer, während das mittlere ein mehr gleichmässiges Tempo einhält. Wir hätten dann, wenn wir das oben geschilderte Wachsthum der Carotis hinzunehmen, ein vom oberen Ende des Carotiden-Aortenstammes nach unten sich allmählig steigerndes Wachsthum, also ein analoges Verhältniss wie beim Skelet,<sup>1)</sup> wo ja auch die Theile des oberen Körperabschnittes vor denen des unteren begünstigt sind, während später der untere Körperabschnitt durch ein gesteigertes Wachsthum dies wieder ausgleicht.<sup>1)</sup>

Nach diesen gelegentlichen Bemerkungen über Gefässwachsthum wende ich mich nunmehr zum eigentlichen Gegenstand meiner Aufgabe. — Ueber die Verlaufsverhältnisse der *A. recurrens tibialis posterior* habe ich einige Erfahrungen gesammelt, die mir überhaupt von Bedeutung erscheinen für die Erklärung der Richtung der rückläufigen Arterien am Ellenbogen- und Kniegelenk. Bei einem 20 Wochen alten Kinde fand ich die genannte kleine Arterie nicht rückläufig, sondern rechtwinklig sich abzweigend. Damit hängt zusammen, dass die Theilungsstelle der *A. poplitea* in die *A. tibialis antica* und *postica* relativ höher liegt beim Kinde, wie beim Erwachsenen. Während bei dem untersuchten Kinde die genannte Theilungsstelle 6,5 mm. unterhalb der durch den obersten Theil des *Capitulum fibulae*

---

<sup>1)</sup> Diese Verschiedenheit zwischen oberen und unteren Körpertheilen spricht sich auch in den Lumen-Verhältnissen der Aorta beim Kinde und beim Erwachsenen aus. Ich fand, dass die Aorta abdominalis beim Kinde unmittelbar hinter der Abgangsstelle der Nierenarterien eine bedeutende Verengung ihres Lumens erkennen lässt, während beim Erwachsenen mit mächtig entwickeltem Becken und unteren Extremitäten diese plötzliche Verengung fehlt.

gelegten Horizontalebene sich befindet und zur Gesamtlänge des Arterienstammes des Unterschenkels (das genannte Stück der Poplitea und A. tibialis postica bis zum unteren Ende der Tibia), die 89 mm. beträgt, sich wie 1 : 13,7 verhält, ist das Verhältniss-Mittel aus Messungen an 6 verschiedenen Erwachsenen (38 : 340) 1 : 8,9. Daraus würde hervorgehen, falls sich aus weiteren Messungen an Embryonen und Kindern eine der oben vom Kinde angeführten entsprechende Mittelzahl ergeben sollte, dass im Laufe des Wachstums die Theilungstelle der A. poplitea herabrückt.<sup>1)</sup> Ist dies aber wirklich der Fall, so muss die in ihrer peripheren Ausbreitung fixirte A. recurrens tibialis posterior wirklich rückläufig werden. Ich zweifle um so weniger an dem thatsächlichen Bestehen dieses ursächlichen Verhältnisses, als noch ein anderes Moment hinzukommt, welches eine derartige Verschiebung unbedingt erfordert. Bekanntlich sind bei Embryonen die im Hüftgelenk, Kniegelenk und im Ellenbogengelenk in Contact tretenden Knochen ungefähr rechtwinklig zu einander fixirt. Ich will diese Stellung der Extremitäten die fötale nennen. Eine Arterie, die auf der Beugeseite so disponirter Gelenke verläuft, muss nothwendiger Weise Dehnungen erfahren, sobald die gebeugte Stellung in die gestreckte übergeht, und es verlohnte sich wohl der Mühe, einmal zu untersuchen, ob nicht das Nachtheilige der bei der späteren Streckung der Glieder eintretenden Dehnung zuvor dadurch ausgeglichen wird, dass noch während des embryonalen Lebens das der Beugeseite des Gelenkes anliegende Stück stärker wächst. In der That scheint das oben von der A. poplitea mitgetheilte Messungsergebniss für diese Auffassung zu sprechen. Wie dem aber auch sein mag, es findet beim Uebergang der gebeugten Stellung in die gestreckte nothwendiger Weise eine Verschiebung der Arterie auf ihrer Unterlage statt. Nun sind wir aber daran gewöhnt, die Extremitäten-Arterien in gestreckter Stellung der Glieder darzustellen; in dieser ist natürlich die recurrirende Richtung am schärfsten ausgeprägt. Wenn wir dagegen mit dem fertigen Präparat eine Beugung vornehmen, so wird die Richtung eine mehr rechtwinklig zur Radialis resp. Ulnaris geneigte. Dasselbe schien mir nun auch

<sup>1)</sup> Selbstverständlich dürfen nur solche Fälle verglichen werden, wo die erwähnte Theilungsstelle gleich unterhalb des unteren Randes vom Musc. popliteus liegt, nicht aber jene Varietäten, wo die Theilung schon am oberen Rande des genannten Muskels oder erst weit unten in der Mitte des Unterschenkels stattfindet.

in fötal gebeugter Stellung der Gelenke der Fall zu sein, so dass erst die Richtung rückläufig wird mit der Streckung der Extremitäten und der dadurch bedingten Abwärtsschiebung der Theilungsstelle ihrer Arterie (*Brachialis* resp. *Poplitea*). Schwer verständlich bleibt bei dieser Betrachtung allerdings noch das Verhalten der auf der Streckseite der Gelenke sich abzweigenden *Recurrentes*, wie der *A. recurrens interossea* am Unterarm und der *A. recurrens tibialis anterior* am Unterschenkel.

Viel befriedigender lässt sich der Einfluss von Wachsthumverschiebungen auf die Richtung von Arterien an dem Verhalten der *Art. thyreoidea superior* verfolgen. Ueber den Verlauf dieser Arterie beim Erwachsenen finden sich in den Lehrbüchern der Anatomie die verschiedensten Angaben, die man in 3 Abtheilungen bringen kann.

1) Die *A. thyreoidea superior* geht rückläufig, also unter stumpfem Winkel direct nach unten und vorn. Dieser Verlauf ist in den Abbildungen Fig. 59, 60 und 61 der Henle'schen Gefässlehre dargestellt, ebenso Tafel VI bei Tiedemann (*Tabulae arteriarum corporis humani*), bei Aebv Fig. 255.

Von den bekannteren Lehrbüchern legen dieses Bild der Beschreibung zu Grunde oder erwähnen wenigstens keinen anderen Verlauf die Lehrbücher von Hyrtl, Langer, H. Meyer, M. J. Weber, Quain (8. Auflage), Hoffmann (2. Auflage).

2) Die *A. thyreoidea superior* geht in einem stark nach oben convexen Bogen nach vorn und abwärts: Meckel, C. Krause, Luschka, Aebv.

3) Die *A. thyreoidea superior* geht zunächst, spitzwinklig von der *Carotis externa* entspringend, eine kurze Strecke nach aufwärts, um dann erst im Bogen nach unten umzubiegen: Weber-Hildebrandt, Arnold, Theile (in Sömmering's Anatomie, Gefässlehre). Auch die Beschreibung von Henle gehört hierher, obwohl die Abbildungen einen anderen Verlauf anzeigen.

Es fragt sich, wie diese verschiedenen Angaben zu erklären sind. Nach meinen Ermittlungen kommen bei Erwachsenen alle 3 beschriebenen Bilder vor. Ich will sie als Verlaufstypen unserer Arterie bezeichnen und ihnen in der Reihenfolge, wie sie oben angeführt wurden, die Namen: absteigender, bogenförmiger und aufsteigender Verlauf geben. Am seltensten ist der reine rückläufige Verlaufstypus. Die beiden anderen Fälle: der bogenförmige und aufsteigende Verlauf, sind wohl, streng betrachtet, nicht von einander zu sondern, da ja der bogenförmige Verlauf auch ein

aufsteigendes spitzwinklig von der Carotis externa entspringendes Arterienstück voraussetzt. Es fallen deshalb diese beiden Kategorien unter einen Gesichtspunkt. Sie sind die gewöhnlichen Verlaufstypen der A. thyreoidea superior, der bogenförmige Verlauf gewissermassen die Uebergangsform zwischen den beiden extremen Gestaltungen.

Eine weitere Untersuchung ergibt nun, dass im fötalen Leben und bei Kindern diese Verlaufsrichtung die typische ist. Bei einem Foetus von 18 Wochen besteht die A. thyreoidea superior noch aus 2 gleich langen Abschnitten, einem aufsteigenden Ursprungstheile und einem absteigenden Drüsentheile. Beide sind durch einen sanften Bogen verbunden. Bei einem Kinde von 20 Wochen ist dieser Unterschied noch schärfer ausgeprägt, indem der Uebergang beider Abschnitte in einander bereits eine stärkere Knickung zeigt (Fig. 8). Der absteigende übertrifft jetzt bedeutend an Länge den aufsteigenden Ursprungsabschnitt. Wenn man bedenkt, dass die Glandula thyreoidea im Laufe ihrer Entwicklung eine allmähliche Lageveränderung der Art eingeht, dass sie von ihrer ursprünglichen Lagerung eine Strecke weit am Halse herabrückt, bis sie (bei Säugethieren) ihren Platz unterhalb der Anlage des Kehlkopfs einnimmt<sup>1)</sup>, so ist es ziemlich selbstverständlich, dass die A. thyreoidea aus ihrer ursprünglich aufsteigenden Verlaufsrichtung in eine absteigende Bahn übergeleitet wird. Die definitive Lage der Schilddrüse am Halse wird aber zu einer späteren Zeit des Lebens, zur Pubertätszeit, noch durch ein anderes Moment bestimmt. Es ist dies, wie schon von Allan Burns<sup>2)</sup> hervorgehoben wurde, die rapide Zunahme des Kehlkopfs zur Zeit der Pubertät. Der Abstand zwischen unterem Rande der Glandula thyreoidea und dem Brustbeine wurde von Burns bei einem zweijährigen Kinde gleich dem entsprechenden bei Erwachsenen gefunden, so dass demnach die Schilddrüse beim Kinde relativ bedeutend höher oben am Halse gelegen ist. Es wird dies Moment natürlich nicht ohne Einfluss bleiben auf den absteigenden Verlauf der oberen Schilddrüsen-Arterie. Denn es ist leicht ersichtlich, dass beim fortschreitenden Herabrücken der Schilddrüse ein immer längeres Stück der A.

<sup>1)</sup> Vergl. W. Müller, Ueber die Entwicklung der Schilddrüse. Diese Zeitschr. VI. Bd., S. 450.

<sup>2)</sup> Bemerkungen über die chirurgische Anatomie des Kopfes und Halses. Aus dem Englischen übersetzt und mit Anmerkungen begleitet von Georg Eduard Dohlhoff. Halle 1821. S. 352 ff.

thyreoidea superior nach unten herabgezogen wird, ja dass schliesslich, wenn die relative Lagerung der Carotis externa erhalten bleibt, das Gefäss vollständig rückläufig werden muss, wie es in der That in vielen Fällen beobachtet wird. Unten werde ich zeigen, dass die vorausgesetzte Fixirung der Carotis thatsächlich nicht vorhanden ist, dass auch hier Wachstumsverschiebungen stattfinden, welche ihrerseits wieder auf die Verlaufsrichtung der oberen Schilddrüsen-Arterie einwirken.

Aehnliche Betrachtungen wie für die A. thyreoidea superior gelten für den Verlauf der A. thyreoidea inferior. Man betrachte nur den Verlauf dieser Arterie in Fig. 8. Beim weiteren Herabsteigen der Schilddrüse wird derselbe, da ja das Anfangsstück *tr* durch die A. cervicalis ascendens (*c. a.*) in aufsteigender Richtung fixirt ist, der Art umgeändert, dass das Drüsenende der Arterie immer mehr horizontal wird, ja sogar absteigend werden kann, wie wir dies bei Erwachsenen häufig treffen.

Am interessantesten und von den weitreichendsten Folgen sind aber die Verschiebungen der Aorta descendens. Ein auffallendes Beispiel rückläufiger Arterien bieten hier stets die oberen Aa. intercostales aorticae dar. Der Winkel, welchen dieselben mit der Aorta descendens bilden, beträgt sehr gewöhnlich bis  $120^{\circ}$  und mehr und ist selbstverständlich, falls auch für den 2. Intercostalraum eine Arterie direct von der Aorta abgegeben wird, in diesem Falle ein noch grösserer. Von der ersten Intercostalis an nimmt der Ursprungswinkel mit jeder folgenden allmählig ab. Bei einem 20 Wochen alten Kinde betrug beispielsweise der Winkel der Intercostalis I mit der Aorta descendens  $120^{\circ}$ , der Intercostalis II  $110^{\circ}$ , der III.  $99^{\circ}$ , der IV. bereits  $90^{\circ}$ . Von der 4. Intercostalis an bis zur 3. Lumbalis erhielt sich dann der rechtwinklige Ursprung, um für die unterste Lumbal-Arterie der Aorta spitzwinklig zu werden. Diese, die Lumbalis IV <sup>1)</sup>, entsprang

---

<sup>1)</sup> Ich habe mich hier und in der Folge der älteren gewöhnlichen Zählung angeschlossen, welche 10 Intercostales und 4 Lumbales aorticae unterscheidet. Es ist allerdings nicht ganz logisch, die dem unteren Rande der 12. Rippe folgende Arterie eine Intercostalis zu nennen, aber ebenso wenig dürfte sie eine Lumbalis genannt werden (Henle), da sie ja dem 12. Brustwirbel und nicht dem 1. Lendenwirbel entspricht. Da wir es in beiden Reihen von Arterien mit segmentalen Arterien zu thun haben, so ist jedenfalls die Bezeichnung, welche die Beziehung zu den Wirbelsegmenten wiedergibt, die rationelle. Für die Lumbalarterien muss dennoch die ältere Nomenclatur entschieden beibehalten werden. Will man die 10te Intercostalis aortica nicht als intercostalis bezeichnen, so empfiehlt sich vielleicht der Name Aa. thoracicae posteriores.



unter einem Winkel von  $60^{\circ}$ . Wir haben hier also ein Verlaufsschema der segmentalen Arterien der Körperwandungen vor uns, welches mit den Linien des oben mitgetheilten Schemas Fig. 2 viele Aehnlichkeit besitzt. In anderen Fällen entspringen die untersten Lumbalarterien rechtwinklig, während die oberen Lumbales und die Intercostales ganz allmählig, je weiter nach oben, um so mehr rückläufig werden. Es kann endlich auch die unterste Lumbalarterie ein wenig aufsteigend werden. Als Beispiel führe ich hier die Winkel an, welche ich bei einem Erwachsenen, dessen Aorta sich am oberen Rande des 5. Lendenwirbels theilte, gefunden habe. Es entsprang hier die oberste Intercostalis (für 3. Intercostalraum) unter einem Winkel von  $140^{\circ}$ , die 5. unter einem Winkel von  $122^{\circ}$ , die 10. von  $112^{\circ}$ , die 3. Lumbalis von  $105^{\circ}$ , während die 4. Lumbalis unter  $95^{\circ}$  vom Stamme der Aorta sich entwickelte.

Es ergibt sich aus dieser kurzen Aufzählung der verschiedenen Vorkommnisse, dass von den 14 segmentalen Arterien, um die es sich hier handelt (10 Intercostales, 4 Lumbales<sup>1)</sup>), im Allgemeinen die untersten Intercostales und oberen Lumbales rechtwinklig verlaufen, die obersten Intercostales constant aufsteigend sind, während die unterste Lumbalarterie absteigend, horizontal oder aufsteigend sein kann. Von den obersten Intercostalarterien ist das beschriebene Verhalten längst bekannt. Es gedenken dieses Verlaufes von den neueren Lehrbüchern die von Hyrtl, Luschka und Henle, von älteren Weber-Hildebrandt, und zwar soll bald nur die oberste A. intercostalis aortica rückläufig sein (Henle), bald dieser Verlaufstypus mehrere Intercostales (die 4 bis 5 oberen, Theile) umfassen. In den Lehrbüchern von Meckel und M. J. Weber findet sich sogar die Angabe, dass alle Interrostaes aorticae schräg nach hinten oben und aussen verlaufen. Diese Differenzen erklären sich auch hier wieder, wie bei der A. thyreoidea superior, aus individuellen Verschiedenheiten. Wir haben gesehen, dass Beides vorkommt. Wodurch das eine oder das andere Verhalten bedingt ist, wird sich gleich ergeben. Ich will zuvor nur soviel bemerken, dass nach meinen bisherigen Untersuchungen bei Kindern der erstbeschriebene Typus, den ich, weil die oberste Intercostalis aufsteigt, die unterste Lumbalis absteigt, den fächerförmigen Typus nennen will, überwiegt, bei Erwachsenen der zweite Typus mit horizon-

<sup>1)</sup> Auf das Verhalten der Lumbalis V aus der Sacralis media habe ich nicht geachtet.

taler oder aufsteigender Lumbalis (einseitig divergirender Typus). Bei jüngeren Foeten (18 Wochen) fand ich die obersten Intercostales horizontal verlaufend, also rechtwinklig sich von der Aorta abzweigend, nie aber bei Kindern nach der Geburt und Erwachsenen. Die Angaben der Lehrbücher von Arnold und Krause über einen horizontalen Verlauf der oberen Intercostales aorticae entsprechen demnach nicht der Wirklichkeit. Es können hier für die richtige Beurtheilung aber leicht Irrthümer vorkommen; die aufsteigende Richtung wird nämlich jedesmal, wenn die Arterie an ihrem unteren Rippenrande angelangt ist, in eine demselben entsprechende umgewandelt. Man muss also stets die Winkel zu Grunde legen, welche das auf den Wirbeln gelegene Ursprungsstück der Intercostales mit der Aorta bildet. Die oben mitgetheilten Winkelmessungen beziehen sich auch stets auf dieses.

Ueber den Verlauf der Lumbalarterien habe ich in den von mir oben aufgezählten Lehrbüchern entweder gar keine bestimmte Angabe gefunden oder die, dass sie rechtwinklig entspringen (Krause). Nur Theile erwähnt ausdrücklich, dass die oberen Lumbales etwas aufsteigend seien, die unteren dagegen quer verlaufen, und Henle gibt in seiner vortrefflichen Gefässlehre in Fig. 86 eine Abbildung in welcher die 4. rechte Lumbalarterie sogar eine absteigende Richtung einschlägt. Ich muss vor Allem die Abhängigkeit betonen, in welcher die Intercostales und Lumbales von einander in ihrer Verlaufsrichtung stehen. Ist die unterste Lumbalis absteigend, so ist der Winkel, den die oberste Intercostalis mit der Aorta bildet, kleiner, als in dem anderen extremen Falle, wo die Lumbalis IV eine schwach aufsteigende Richtung besitzt. Alle diese Richtungsverhältnisse müssen also eine gemeinschaftliche Ursache haben und diese Ursache ist in einfachster Weise gegeben in den Verschiebungen der Aorta auf der vorderen Fläche der Wirbelsäule während ihres Wachstums. Die Intercostales sind dabei von der Stelle an, wo sie den unteren Rand der Rippe erreichen, fixirt, in analoger Weise auch die Lumbales. Dann ergibt sich aber mit Nothwendigkeit, dass beim Herabsteigen der Aorta in der Richtung von oben nach unten die obersten Intercostales immer mehr rückläufig werden müssen und dass diese Umbiegung in die aufsteigende Richtung um so weiter nach unten übergreift auf die unteren Intercostales und Lumbales, je mehr die Aorta herabrückt, je näher also ihre Theilungsstelle dem Promontorium liegt. Es müsste also bei dieser Erklärung einmal der Uebergang

des Arcus aortae in die Aorta descendens im Laufe des Wachstums immer mehr nach abwärts rücken, andererseits aber die Theilungsstelle der Aorta abdominalis um so tiefer liegen, je älter ein Individuum ist. Wir wollen nun zunächst untersuchen, wie weit diese Voraussetzungen mit den wirklichen Thatsachen übereinstimmen.

Anfang des Aorta descendens. Ich bezeichne als solchen hier die Stelle, wo der Aortenstamm in feste Berührung tritt mit der hinteren Brustwand, wo er sich anlagert an die linke Seite der Wirbelsäule. Diese Stelle liegt nach den gewöhnlichen Angaben der Lehrbücher bei Erwachsenen vor der linken Seite des 3. Brustwirbelkörpers (Langer, Hoffmann, Luschka). Nach anderen Lehrbüchern (Quain 8. Auflage, Arnold) findet die Anlagerung im Bereich des 3. und 4. Brustwirbels statt, während wieder andere den 3. oder 4. Brustwirbel als die entsprechende Localität anführen (Theile, Arnold, Krause). Nur wenige Forscher reden von einem tieferen Stande. Nach M. J. Weber ist der Anfang der Aorta descendens vor dem 4. Brustwirbel, nach E. H. Weber in Hildebrandt's Anatomie vor dem 5. Brustwirbel gelegen. Auf Tafel X des Braune'schen Atlas ist endlich ein Horizontalschnitt durch den Thorax dargestellt, welcher den 4. Brustwirbel etwas unter seiner Mitte getroffen hat. An demselben sieht man den Uebergang des Arcus aortae in die Aorta descendens, so dass die Anlagerungsstelle der Aorta sich hiernach als am unteren Rande des 4. Brustwirbels befindlich herausstellen würde. Zu ganz demselben Resultate bin ich durch Untersuchung einer Serie von Horizontalschnitten durch den Thorax eines gefrorenen männlichen Körpers, die in hiesiger Anatomie angefertigt wurden, gelangt. Es ergab sich hier mit aller Bestimmtheit die untere Fläche des 4. Brustwirbels als Anlagerungsstelle. Weitere Ermittlungen wurden an einer Reihe nicht gefrorener Leichen gemacht. Unter einer Zahl von 8 Leichen Erwachsener ergab sich der Anfang der Aorta descendens einmal als vor der Mitte des 3. Brustwirbels gelegen, einmal am unteren Rande des 3. Brustwirbels, zweimal im Gebiete des 4., dreimal an der Grenze zwischen 4 und 5 und einmal am unteren Rande des 5. Brustwirbels. Rechnen wir den zuvor beschriebenen Befund an Querschnitten mit hinzu, so ergibt sich abweichend von den gewöhnlichen Annahmen als häufigste Anlagerungsstelle der Aorta die Grenze zwischen 4. und 5. Brustwirbel. Nach den wenigen Erfahrungen, die ich an kindlichen

Leichen gesammelt habe, scheint hier der Ort der Anlagerung nicht sehr wesentlich verschieden zu sein. Ich fand bald das untere Ende des 3., bald das obere oder auch wohl das untere Ende des 4. Brustwirbels durch den Anfang der Aorta descendens bezeichnet. Bei 5 Föten aus dem Alter von 11 bis 18 Wochen lag der Anfang der Aorta descendens einmal am oberen Rande des 2. Brustwirbels, zweimal am unteren Ende des 2. Brustwirbels, zweimal vor der Bandscheibe zwischen 2. und 3. Brustwirbel. Es geht aus den hier mitgetheilten Befunden jedenfalls mit Sicherheit hervor, dass noch nach der Mitte des Fötallebens ein Herabrücken des Anfangstheils der Aorta vor der Wirbelsäule erfolgt. Die Grösse, um welche die Aorta nach abwärts rückt, würde nach den oben mitgetheilten Beobachtungen in maximo 2 bis  $2\frac{1}{2}$  Wirbelkörperhöhen entsprechen. Weniger deutlich sind die Unterschiede bei der Vergleichung Erwachsener mit Kindern; die bei letzteren gefundenen Verhältnisse entsprechen aber doch mehr den hohen Lagen bei Erwachsenen, als der tiefen Anlagerung, so dass mir nach Allem ein allmähliges Herabrücken der Anlagerungsstelle der Aorta im Laufe des Wachstums bewiesen zu sein scheint.

In Betreff der Bestimmung der Lage, welche die Theilungsstelle der Aorta zu den Wirbeln einnimmt, sind meine Beobachtungen etwas zahlreicher. Nach Luschka soll diese Stelle für gewöhnlich vor der Grenze zwischen oberem und mittlerem Drittel des 4. Lendenwirbels gelegen sein. Auch in anderen Lehrbüchern wird der 4. Lendenwirbel als Endstation der Aorta angeführt. Einige Autoren erwähnen indessen, dass die Theilung zuweilen auch erst am 5. Lendenwirbel erfolge (M. J. Weber). Wie für die Lagerung des Anfanges der Aorta descendens existiren auch hier viele individuelle Verschiedenheiten. Unter 9 Leichen Erwachsener fand ich nur einmal die Theilungsstelle vor dem oberen Ende des 4. Lendenwirbels. Vor dem unteren Ende des 4. Lendenwirbels lag sie 3 mal, vor dem oberen Ende der Bandscheibe zwischen 4. und 5. Lendenwirbel einmal. Die 4 übrigen Fälle fallen auf den 5. Lendenwirbel, darunter einmal nahe am unteren Ende desselben. In diesem letzteren Falle betrug der Abstand vom oberen Rande des 1. Sacralwirbels, nur 26,5 Mm., von denen 18,5 Mm. auf die zwischen letztem Lumbal- und erstem Sacral-Wirbel gelegene Bandscheibe kamen. Fiel die Theilung in das Gebiet des 4. Lendenwirbels, so ergab sich als Abstand der Theilungsstelle vom Promontorium 54 bis 75 Mm.,

wovon letztere Zahl natürlich der höchstgelagerten Aorten-theilung zukam.<sup>1)</sup> Es war bei diesen Untersuchungen auffällig, dass der tiefe Stand der Gabelungsstelle der Aorta besonders bei älteren Individuen (über 50 Jahr) beobachtet wurde, während 4 Leichen aus dem Alter von 22 bis 37 Jahren nie die Theilungsstelle unterhalb des oberen Randes der Bandscheibe zwischen 4. und 5. Lendenwirbel zeigten. Bei 3 Kindern im Alter von 22 Tagen bis 20 Wochen nach der Geburt fand sich die Theilungsstelle zweimal vor der Mitte, einmal vor dem oberen Drittel des 4. Lendenwirbels, bei einem Foetus von 19 Wochen am oberen Rande des 4. Lendenwirbels. Man würde also auch hier von einem allmählichen Herabrücken der Theilung reden können, welcher Vorgang sogar bis in das Alter hinein sich erstreckt, wenn nicht eine Beobachtung an einem anderen Fötus (Alter 4½ Monat) ganz abweichende Resultate ergeben hätte, indem hier die Theilung vor der Bandscheibe zwischen 4. und 5. Lumbalwirbel stattfand. Diese individuelle Verschiedenheit verwischt wieder alle vorhin aufgezählten Unterschiede. Derselbe Fötus lehrt aber noch eine andere Thatsache, dass nämlich einem tiefen Stande der Aorten-Theilungsstelle keineswegs ein tiefer Stand des Anfanges der Aorta descendens entspricht und umgekehrt. Denn jener Embryo zeigt bei tiefem Stande der Theilung eine hohe Anlagerungsstelle, nämlich an der Grenze zwischen 2. und 3. Brustwirbel, während umgekehrt ein Kind von 20 Wochen mit tiefem Anfange der absteigenden Aorta (unteres Ende des 4. Brustwirbels) eine hohe Theilung (Mitte 4. Lendenwirbels) vereinigte.

Wenn wir nun auch annehmen, dass das Herabrücken der Anlagerungsstelle der Aorta ganz allmählig im Laufe der Entwicklung erfolgt aus denselben Ursachen wie in der frühen Zeit des embryonalen Lebens, Ursachen, die ich hier nicht näher untersuchen will, die aber jedenfalls auf Wachstumsdifferenzen hinauskommen werden, so muss doch für die Lage der Theilungsstelle noch etwas Anderes bestimmend sein, als das allgemeine Herabrücken der Aorta.

Es ist dies das Verhältniss des Längenwachstums von Aorta und Wirbelsäule. Nach den wenigen Zahlen, die ich

<sup>1)</sup> Es sei hier gelegentlich bemerkt, dass die Dicke der erwähnten Bandscheibe, an der vorderen Fläche gemessen, höchst variabel ist. Sie beträgt 13 bis 25 Mm., wobei die geringen Dicken keineswegs etwa auf die alten Individuen fallen.

bisher in dieser Richtung ermittelt habe und die in nebenstehender Tabelle mitgetheilt sind, gestaltet sich der Gang des Wachstums von Aorta und Wirbelsäule von der 11. Woche des intrauterinen Lebens an bis 20 Wochen nach der Geburt im Allgemeinen der Art, dass die Wirbelsäule in rascherem Verhältniss wächst, als die Aorta, so dass also am Ende dieser Periode die absteigende Aorta eine relativ kleinere Strecke der vorderen Fläche der Wirbelsäule bedeckt, als in früher embryonaler Zeit.

Tabelle IV.

Länge der Aorta descendens und Wirbelsäule bei Embryonen und Kindern.

Alter	Länge der Aorta descendens	Länge der Wirbelsäule bis zum Promontorium	Verhältniss beider. Aortenlänge = 1	Bemerkungen.
Fötus				Als Länge der Wirbelsäule wurde hier und unten stets nur die Strecke vom oberen Rande des Tuberculum anterius atlantis bis zum Promontorium in Rechnung gebracht. — Als Länge der Aorta descendens wurde der Abstand zwischen Mitte des Ursprungs der A. subclavia sinistra und Theilungsstelle der Aorta abdominalis bestimmt.
11 Wochen	22,5	34	1 : 1,51	
Fötus				
13 Wochen	23	39	1 : 1,69	
Fötus				
16 Wochen	23,5	41	1 : 1,74	
Fötus				
18 Wochen	50	88	1 : 1,7	
Fötus				
19 Wochen	48,5	92	1 : 1,89	
Kind				
10 Tage	111	186	1 : 1,67	
Kind				
22 Tage	127	229	1 : 1,80	
Kind				
20 Wochen	124	237	1 : 1,91	

Die Zahlen wurden hier und in der Folge mittelst Anlagerung eines Bandmasses an die vordere Fläche der Aorta resp. Wirbelsäule gewonnen. Denn diese Fläche der Wirbelsäule ist es ja, welcher sich die Aorta unter allen Umständen anschmiegt und zwar so genau, dass sie nicht nur den normalen Krümmungen sich anpasst, sondern den pathologischen Krümmungen folgt, wie sie bei Skoliose und Kyphose auftreten. In dieser Hinsicht betrachte man nur die vortrefflichen Abbildungen, welche Watzel<sup>1)</sup> von dem Verhalten der Aorta descendens bei Kyphose (Tab. 1 u. 3) und bei Skoliose

<sup>1)</sup> De efficacia gibbositatis in mutandis vasorum directionibus. Dissert. Trajecti ad Viadrum 1778.

(Tab. 2) gibt, ferner Tafel 1 Fig. 1 in der Abhandlung von Vrolik.<sup>1)</sup> Nur bei Kyphose im Gebiete der Lendenwirbelsäule wird die Anlagerung aufgegeben. Es kommt zu spitzwinkligen Knickungen (Vrolik Taf. 2) oder spiraligen Biegungen (Watzel Taf. 4). Wenn wir absehen von diesen letzteren Fällen, so ist demnach die Aorta an der vorderen Fläche der Wirbelsäule der Art in ihrer Lage gesichert, dass sie seitliche Verschiebungen nicht eingehen kann, ferner viel leichter die Biegungen der Wirbelsäule mitmacht, als sich von deren vorderer Fläche abhebt. Verweilen wir zunächst noch kurz bei den Ursachen dieser Fixation. Luschka sagt darüber in seiner Anatomie der Brust S. 430 Folgendes: „In ihrem Lagerungsverhältnisse zur Wirbelsäule wird die abwärtssteigende Brustaorta nicht allein durch die von ihr ausgehenden Arteriae intercostales und durch gewöhnlichen Zellstoff gesichert, sondern es existiren auch noch eigene, jedoch nicht immer gleich stark entwickelte fibröse Haltbänder, die aus dem Gewebe des Lig. longitudinale anticum der Wirbelsäule abstammen und sich in der Adventitia verlieren. Vom Körper des vierten Brustwirbels aus begeben sich gewöhnlich zwei platte Bündel da zur Gefässwand, wo der Arcus aortae eben im Begriffe ist, in die Aorta descendens überzugehen. Ein stärkerer Bandstreifen entspringt meist in der Höhe des siebenten Brustwirbels und zieht in schiefer Richtung zum linken Umfange der Aorta descendens herab, um in fächerartiger Ausstrahlung dieselbe theils schleuderähnlich zu umfassen, theils in der Richtung nach abwärts in den das Gefäss mit seiner Nachbarschaft verbindenden Zellstoff überzugehen.“ Ich selbst habe ebenfalls an der von Luschka bezeichneten Stelle, am 4. Brustwirbel, vom Lig. longitudinale anticum platte fibröse Faserbündel zur Aorten-Adventitia ausstrahlen sehen, anstatt des von Luschka beschriebenen vom 7. Brustwirbel sich entwickelnden grösseren Bündels aber mehrere kleinere zerstreute und inconstante. Der Fixation durch die Intercostalararterien lege ich einen Hauptwerth bei; sie verhindert das seitliche Ausweichen und gestattet der Aorta nur Verschiebungen nach oben oder unten, deren Grösse jedoch durch die Länge der Anfangsstücke der Intercostalararterien limitirt wird. Zu diesen Befestigungsmitteln muss ich endlich noch ein weiteres rechnen, welches dem Verschieben der Aorta nach oben eine bestimmte Grenze setzt. Der den

<sup>1)</sup> Dissertatio. anatomico-pathologica de mutato vasorum sanguiferorum decursu in scoliosi et cyphosi. Amstelodami 1823.



Hiatus aorticus formirende sehnige Abschnitt der medialen Lumbalschenkel des Diaphragma entsendet nämlich rechts und links von seiner inneren Seite sehnige Streifen zur Adventitia der vorderen Fläche der Brust-Aorta, also in der Richtung nach oben. Hierdurch ist demnach den Verschiebungen nach dieser Richtung von vornherein eine Grenze gesetzt und es werden dieselben somit vorzugsweise in der Richtung nach unten erfolgen können. In der Bauchhöhle ist die Aorta durch die Lumbalarterien fixirt; aber selbstverständlich werden diese bei weitem nicht so sehr die Lage sichern, als die Intercostalararterien. Die Aorta abdominalis ist somit viel leichter verschieblich, als die Brustaorta, und hierin dürfte zum Theil der Grund liegen, weshalb sie bei Kyphose der Lendenwirbelsäule so leicht von dieser abgehoben wird, wie die oben citirten Figuren von Watzel und Vrolik beweisen.

Fassen wir kurz das über die Befestigung der Aorta Gesagte mit seinen Consequenzen zusammen, so ergibt sich, dass sie im Brusttheile gegen laterale, sowie dorsoventrale Verschiebungen gesichert ist, wegen der Richtung der Luschka'schen Haltbänder, die etwas von oben nach unten verlaufen, axialen Verschiebungen leichter nach oben, als nach unten nachgeben kann. Anders die Bauchaorta. Diese ist zwar gegen laterale Verschiebungen genügend gesichert, weniger aber, wie die citirten Fälle beweisen, gegen dorsoventrale. Die axialen Verschiebungen werden hier wegen der aufsteigenden Richtung der von mir beschriebenen Ligamenta phrenico-aortica vorzugsweise nach unten erfolgen. Den geringsten Lageveränderungen wird aber die Gegend in der Höhe des 8. und 9. Brustwirbels ausgesetzt sein und somit ein grösseres Stück der Aorta nach abwärts, ein kleineres nach aufwärts verschiebbar sein.

Oben wurde schon darauf hingewiesen, dass von der 11. Woche des embryonalen Lebens bis zum ersten Lebensjahre eine ziemlich gleichmässige Abnahme der Aortenlänge im Verhältniss zur Länge der Wirbelsäule constatirt werden kann. Beim Fötus von 11 Wochen werden demnach etwa  $\frac{2}{3}$ , beim Kinde von 20 Wochen nur etwa die Hälfte der Wirbelsäule von der Aorta bedeckt. Da hierbei die Halswirbelsäule ganz abzurechnen ist, so wird die Retraction der Aorta auf Brust- und Lendenwirbelsäule sich beschränken. Es ergibt sich daraus nun sofort die Lösung der oben bei der Annahme eines einfachen Herabsteigens der Aorta hervorgehobenen Widersprüche. Es findet allerdings während des embryonalen Lebens und nach der Geburt ein Herabsteigen der

Anlagerungsstelle der Aorta vor der Wirbelsäule statt, aber diesem entspricht, wie nunmehr leicht ersichtlich, da die Aorta etwa in ihrer Mitte fixirt ist, nicht ein Herabsteigen der Theilungsstelle der Aorta, sondern ein Heraufsteigen. Demnach liegt, wie wir es fanden, die Theilungsstelle der Aorta beim Kinde höher wie beim Fötus, die Anlagerungsstelle dagegen niedriger, von individuellen Varietäten natürlich abgesehen. Wahrscheinlich erklärt sich das Herabrücken der ganzen Aorta in frühster embryonaler Zeit ebenfalls aus einer Wachsthumsdifferenz, aus dem relativ starken Wachstum der Halswirbelsäule während des frühen embryonalen Lebens.

Wenn somit die Veränderung der Lage, welche Anfangs- und Endpunkt der Aorta im Laufe des Wachstums zeigen, nunmehr verständlich sein dürfte, so ergibt sich auch leicht die oben beschriebene Anordnung der Intercostalarterien. Nehmen wir, wie in dem Schema Fig. 2 als Ausgangspunkt der Betrachtung einen rechtwinkligen Ursprung der Intercostales, wie er ja von mir beim Fötus thatsächlich beobachtet wurde, so wird bei Ueberwiegen des Wirbelsäule-Wachstums über das Aorten-Wachstum nach den oben gegebenen Ausführungen, wie im Schema Fig. 2, eine Divergenz der Aa. intercostales + lumbales eintreten der Art, dass die oberen Arterien aufsteigend, die unteren absteigend werden.

Man sollte nun denken, dass mit fortschreitender Entwicklung das Verhältniss zwischen dem Wachstum der Aorta und der Wirbelsäule in demselben Masse zu Gunsten letzterer zunimmt, wie bis zur 20. Woche post partum. Dem stehen aber meine an 11 Leichen Erwachsener gesammelten Erfahrungen gegenüber, die, wie nebenstehende Tabelle 5 zeigt, wieder eine relativ längere Aorta besitzen. Das Verhältniss-Mittel aus den 11 Fällen beträgt 1:1,68; am häufigsten (7 mal) ist das Verhältniss 1:1,7 repräsentirt und trifft vorzugsweise jüngere Individuen, während die langen Aorten (1:1,48—1:1,57) Individuen über 50 Jahren angehören. Leider fehlte mir das so wichtige Material aus der Zeit vom 1. bis 22. Lebensjahre, so dass der Gang der Wachsthumscurven von Aorta und Wirbelsäule nicht zu verfolgen ist. Aus dem Endresultat können wir jedoch wohl den Schluss ziehen, dass innerhalb jener wichtigen Wachstumsperiode das Aortenwachstum wieder Raum gewinnt über das Wirbelsäulewachstum, so dass der Erwachsene wieder eine relativ längere Aorta besitzt.

Tabelle V.

Länge der Aorta descendens und Wirbelsäule bei Erwachsenen.

Alter.	Länge der Aorta descendens	Länge der Wirbelsäule	Verhältniss beider. Aortenlänge = 1	Bemerkungen
1) 22 J.	383	672	1:1,75	Vergleiche Tabelle IV in Betreff des Modus der Messungen.
2) 25 J.	385	661	1:1,71	
3) 27 J.	355	618	1:1,74	
4) 37 J.	350	628	1:1,79	
5) 70 J.	353	647	1:1,83	
6)	310	530	1:1,71	
7)	350	596	1:1,70	
8) 50 J.	390	681	1:1,74	
9) 58 J.	390	615	1:1,57	
10) 74 J.	380	565	1:1,48	
11) 70 J.	410	630	1:1,53	

Wahrscheinlich betrifft diese Zunahme vorzugsweise die Bauch-aorta und erklärt zugleich das Herabrücken der Theilungsstelle, welche demnach im höheren Alter, wo die Aorta wieder eine ähnliche relative Länge zeigt, wie beim Fötus, am tiefsten liegen muss. Ich will hier noch ganz kurz die Frage berühren, wie es komme, dass bei alten Leuten die Aorta so auffallend lang erscheint. Man kann wohl nicht an ein weiteres Längenwachsthum der Aorta denken, zu einer Zeit, wo das der übrigen Körpertheile längst aufgehört hat. Es bleibt also weiter nichts übrig, als in einer Verkürzung der Wirbelsäule, wie sie durch stärkere Zunahme der Krümmungen, durch Abnahme der Höhe der Bandscheiben denkbar ist, die Erklärung jener relativen Längenzunahme der Aorta zu sehn.

Wir verstehen nun auch, wie es kommt, dass bei Erwachsenen die Lumbalarterien meist horizontal verlaufen oder sogar aufsteigend sein können: es wird dies durch das Herabsteigen des Aortenendes bedingt. Die Verschiebungen der Aorta sind also die gemeinsame Ursache der Anfangsrichtung, welche die Arteriae lumbales und intercostales einschlagen; die Richtung dieser Arterien ist andererseits gewissermassen ein empfindliches Reagens für die Beurtheilung stattgehabter Verschiebungen, für die Beurtheilung der Längenverhältnisse der Aorta. Einer kurzen Aorta entspricht eine fächerförmige Stellung der segmentalen Arterien, einer langen dagegen eine einseitig nach oben divergirende. Es

ist deshalb selbstverständlich, dass sich auch die individuellen Verschiedenheiten, die hier, wie überall, eine grosse Rolle spielen, in analoger Weise ausprägen, dass verschiedene Individuen sich durch eine wesentlich verschiedene Richtung des Blutstromes in derselben Arterienbahn unterscheiden können.

Wachstumsverschiebungen im Gebiet des Aortensystems haben aber noch weitere Consequenzen. Es ist bekannt, dass die Nieren bei Kindern einen relativ bedeutenderen Raum an der hinteren Bauchwand einnehmen, als bei Erwachsenen. Ihre Arterien entspringen beim Kind unter spitzen Winkeln, sind absteigend. Da die Nieren ihre Lage zum Zwerchfell erhalten, die Aorta aber mit ihrer Theilungsstelle herabrückt, so ergibt sich daraus von selbst die Umwandlung des spitzwinkligen Ursprunges der Aa. renales in einen nahezu rechtwinkligen, wie wir ihn bei Erwachsenen finden.<sup>1)</sup>

Von hohem Interesse sind endlich die Wirkungen der Aortenverschiebungen auf die Gestaltung des Arteriensystems am Halse. Hier ist es die Theilungsstelle der Carotis communis, sowie der Verlauf der A. thyreoidea superior, welche individuell durch die Längenverhältnisse der Aorta in ihrer Gestaltung und Lage beeinflusst werden.

Ueber die Lage der Theilungsstelle der Carotis communis findet man in der Literatur ziemlich übereinstimmend die besonders auch durch Luschka's Autorität gestützte Angabe, dass dieselbe sich in der Höhe des oberen Randes der Cartilago thyreoidea befinde (Meckel, Krause, Hyrtl, Quain, Henle). Luschka definirt diese Stelle etwas genauer, indem er die Arterie in der Höhe des erhabensten Punktes vom oberen Rande des Schildknorpels, dessen Cornu superius ausgenommen, sich theilen lässt, welcher Punkt bei gewöhnlich aufrechter Haltung des Kopfes etwa der oberen Verbindungsfläche vom Körper des vierten Nackenwirbels entspräche.<sup>2)</sup> Nach Theile und Arnold liegt die Theilungsstelle der Carotis communis in der Höhe des oberen Randes des Schildknorpels oder des grossen Zungenbeinhorns. Gegen diese ver-

---

<sup>1)</sup> Ich will hier noch erwähnen, dass eine relativ lange Aorta auch auf die Gestalt der Aa. iliacae communes nicht ohne Einfluss zu sein scheint. Dieselben werden bei tiefem Stande der Aortentheilung leicht sanfte Biegungen in ihrem Verlauf zeigen, weil nun der Raum zwischen ihrem Anfang und Ende zu klein geworden ist.

<sup>2)</sup> Anatomie des Halses. S. 314.

breiteten Anschauungen wendet sich G. Simon.<sup>1)</sup> Derselbe „fand bei speciell auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungen, welche er in 10 Fällen vornahm, die Theilungsstelle immer höher, als den oberen Schildknorpelrand“. Selbstverständlich sind damit nur normale Fälle gemeint, in welchen die Carotis communis keine nennenswerthen Gefässe entsendet, nicht aber solche, wie der von Burns<sup>2)</sup> beschriebene Fall, in welchem die unteren Zweige der Carotis externa aus der Carotis communis entsprangen, die sich dann erst in der Höhe des oberen Endes vom Griffelfortsatze theilte. Für eine normale hohe Theilung im Simon'schen Sinne spricht sich, soweit mir die einschlägliche Literatur bekannt ist, nur noch Bell<sup>3)</sup> aus. Nach demselben entheilt sich die gemeinschaftliche Carotis, wenn sie den Winkel der Kinnlade erreicht hat, wo sie tief und sicher, gleichsam in einer Grube (axilla) liegen kann. Nach Allan Burns<sup>4)</sup> ist eine so hohe Theilung beim Erwachsenen selten, beim Kinde ereignet sie sich niemals. Bei alten und jungen Subjecten liege vielmehr die Bifurcation der gemeinschaftlichen Carotis gewöhnlich dem unteren Rande der Cartilago thyreoidea gegenüber (also noch tiefer, wie nach der verbreiteten Annahme). Wenn nun auch Allan Burns die Theilungsstelle in Rücksicht auf den Kehlkopf bei alten und jungen Individuen nicht verschieden findet, so ist doch im Verhältniss zum Unterkiefer eine grosse Differenz vorhanden, indem beim Kinde der Abstand zwischen Kieferwinkel und Carotistheilung relativ grösser ist, als beim Erwachsenen. Burns erklärt dies wohl mit Recht aus der Entwicklung der Alveolarfortsätze und Zähne, in Folge dessen der herabsteigende Rand des Unterkiefers beim Erwachsenen Theile des Halses deckt, die beim Kinde frei liegen. Auf individuelle Verschiedenheit ist, so viel mir bekannt, bisher wenig Rücksicht genommen. Hervorzuheben wäre in dieser Beziehung nur eine Aeusserung in Weber-Hildebrandt's Anatomie, dass nämlich die Theilung der Carotis an der nämlichen Stelle liege, ein Mensch mag einen langen oder einen kurzen Hals haben.

In Betreff des Modus der Carotis-Theilung wird allgemein angeführt, dass dieselbe spitzwinklig erfolge oder, was das-

---

<sup>1)</sup> Ueber die ZerreiSSung der inneren Häute der Halsarterien bei Gehängten. Virchow's Archiv Bd. XI. 1857. S. 313 Anmerkung.

<sup>2)</sup> Diseases of the heart, p. 287. Vergl. auch Dubrueil, Des anomalies artérielles. Citirt nach W. Krause in Henle's Gefässlehre, 2. Auflage. S. 245.

<sup>3)</sup> Anatomy, Vol. 2.

<sup>4)</sup> l. c., p. 88.

selbe heisst, dass dieselbe eine gabelförmige sei. Ausserdem wird erwähnt, dass an der Theilungsstelle sich eine Anschwellung (Theile, Arnold, Henle) oder Auftreibung (Luschka) bemerklich mache.

Meine Beobachtungen über Lage der Carotis-Theilung sprechen entschieden zu Gunsten von Simon, zugleich aber auch für das Vorhandensein individueller Verschiedenheiten. In der Mehrzahl der von mir untersuchten Fälle (15) fand ich die Theilungsstelle höher, wie der obere Rand der Cartilago thyreoidea, gelegen, ferner im Allgemeinen einen deutlichen Unterschied zwischen kurz- und langhalsigen Individuen. Bei ersteren liegt die Bifurcationsstelle gewöhnlich höher, im Niveau des Kieferwinkels (Fig. 4), so dass sie sogar bei seitlicher Betrachtung ein wenig von demselben verdeckt sein kann, während bei langhalsigen Individuen sie zuweilen sogar dem unteren Rande des Schildknorpels entsprechend gefunden wird. Zwischen beiden Extremen finden sich zahlreiche vermittelnde Lagen; wie gesagt, sind aber die Theilungen zwischen Schildknorpel und Kiefferrand häufiger, als in der Höhe des oberen Randes der Cartilago thyreoidea oder gar unterhalb desselben.

Wenn nun auch im Allgemeinen die Feststellung der Lagebeziehungen der Bifurcationsstelle zu Schildknorpel und Unterkiefer für den Chirurgen genügen, so sind dies doch für eine genaue Bestimmung viel zu unsichere Localitäten, da dieselben bei Beugung und Streckung des Halses ansehnliche Verschiebungen erleiden. Zweckmässiger ist es, die Lage der Theilungsstelle, wie dies auch schon Luschka gethan, auf die Halswirbelsäule zu beziehen. Es stellte sich heraus, dass zwischen dem unteren Rande des Körpers vom 5. Halswirbel und dem unteren Rande des Körpers vom 2. Halswirbel, das Gebiet eingeschlossen liegt, innerhalb dessen die Carotistheilung erfolgt, am häufigsten im unteren Gebiete des 3. Halswirbels, bei kurzhalsigen Individuen im Allgemeinen höher, bei langhalsigen tiefer.

Sehr bemerkenswerth ist, dass die Theilungsstelle links gewöhnlich um die Höhe eines halben oder ganzen Halswirbelkörpers tiefer steht, als rechts. Es ist dies selbst bei der in den Lehrbüchern verbreiteten Angabe, dass die linke Carotis communis so lang sei wie Anonyma und Carotis dextra zusammen, selbstverständlich, da ja gewöhnlich die Ursprungsstelle der linken Carotis aus dem Aortenbogen etwas tiefer gelegen ist, als

die des Truncus anonymus. Nun sagt freilich Luschka<sup>1)</sup>, dass die linke Carotis nicht allein um so viel länger sei, als die Höhe des Truncus anonymus beträgt, sondern auch um so viel, als die Stelle des Aortenbogens, aus welcher sie hervorgeht, tiefer liegt, als jene, an welcher die A. innominata entspringt. Wenn dies richtig wäre, so würde sich stets links und rechts die Carotis in derselben Höhe theilen. Dies ist aber ebenso wenig richtig, wie die Luschka'sche Angabe oder die Angabe der Lehrbücher, dass Carotis dextra + Anonyma stets = Carotis sinistra. Bei 5 hierauf gerichteten Untersuchungen fand ich nur einmal die linke Carotis mit 130 Mm. Länge gleich der Anonyma und Carotis dextra zusammen (30 + 100 Mm.).

Die Zahlen der 4 anderen Fälle waren folgende (Masse in Millimetern):

Alter	Länge der Anonyma (a)	L. d. Carotis dextra (b)	L. d. Carotis sin. (c)	Summa von a + b
1) Mann 27 J.	33,5	98	125	131,5
2) Mann Alter unbek.	41	120	145	161
3) Mann 22 J.	38	105	133	143
4) Kind 22 Tage	17	40	48	57

Wie man sieht, betragen die Differenzen zwischen Anonyma + Carotis dextra und Carotis sinistra in diesen 4 Fällen 6,5, ferner 16, 10 und 9 Mm., um welche demnach die linke Carotis kürzer ist, als Anonyma und Carotis dextra zusammen. Es wird daraus wohl selbstverständlich, dass die Theilungsstelle der linken Carotis communis in der Mehrzahl der Fälle tiefer liegen muss, als die der rechten. Aus einer näheren Würdigung der entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse ergibt sich dies ebenfalls als nothwendige Folgerung. Die A. anonyma ist ja nicht etwa ein Ergänzungsstück der rechten Carotis, sondern ist ein Bestandtheil eines rechten Aortenbogens. Es sind also, wie die Betrachtung einer jeden schematischen Darstellung der embryonalen Kiemenarterien ergibt (vergl. z. B. W. Krause in Henle's Gefässlehre Fig. 105), die Anfänge beider Carotiden gleichwerthig.

<sup>1)</sup> Anatomie des Halses. S. 314.



Da nun der Ursprung der linken Carotis sehr bald tiefer rückt, so kann ein gleiches Verhalten der oberen Enden beider gemeinschaftlicher Carotiden nur durch ein stärkeres Längenwachsthum der Carotis sinistra ausgeglichen werden. Dass dies wirklich erfolgt, beweist die bedeutendere Länge der letzteren. Es ist aber begreiflich, dass dies nur in seltenen Fällen zu einer vollständigen Ausgleichung der am Halse gelegenen Strecken beider Carotiden führen wird, wie wir dies ja auch thatsächlich gesehen haben.

Die Lagerungsverhältnisse der Carotidentheilung gewinnen nun ein erhöhtes Interesse, wenn man sieht, dass sie gewissermassen bestimmend sind für die Form der Theilung. Der allgemein beschriebene spitzwinklige oder gabelförmige Typus bezeichnet nur eine Form, unter der die Theilung erscheint. Es wird aber nothwendig, beim Erwachsenen 2 Hauptformen zu unterscheiden, von denen die eine, welche ich die spitzwinklige nennen will, vorzugsweise für langhalsige Individuen charakteristisch ist und einer tiefen Lage entspricht (Fig. 6), während die andere, für die ich die Bezeichnung kandelaberartig wähle, mit hoher Theilung und kurzem Halse gewöhnlich zusammen gefunden wird (vergl. Fig. 4 u. 5). Das Wesen dieser beiden Theilungsformen, von denen ich sonderbarer Weise stets nur die spitzwinklige abgebildet gefunden habe, ist aus den Abbildungen der Tafel IX leicht zu verstehen. Bei der spitzwinkligen Form liegen beide aus der Theilung der Carotis communis hervorgegangenen Gefässe mit ihren einander zugewandten Seiten dicht neben einander und verlaufen sofort parallel der Art, dass die Carotis interna anfangs hinter der externa, später mehr medianwärts von derselben gelegen ist. Dabei ist eine leichte Auftreibung oder Anschwellung an der Theilungsstelle unverkennbar. Man überzeugt sich aber bald, dass diese fast ausschliesslich demjenigen Abschnitte des Endes der Carotis communis angehört, aus welchem sich die Carotis interna entwickelt, und ferner dem Anfangstheile dieser letzteren. Eine weitere Eigenthümlichkeit, die constant bei spitzwinkliger tiefer Theilung der gemeinschaftlichen Carotis sich findet, ist die, dass die Arteria thyreoidea superior ein ansehnliches aufsteigendes Anfangsstück besitzt.

Der zweite Typus der Theilung, den ich den kandelaberartigen genannt habe, ist aus Figur 4, 5, 7 und 8 ersichtlich. Er entspricht einer hohen Theilung am Kieferwinkel und stellt sich besonders schön an injicirten oder Corrosionspräparaten dar

(vergl. Fig. 4 u. 7). Während im vorigen Falle die Theilung unter einem ausserordentlich spitzen Winkel erfolgte und jedes der beiden Gefässe als in der Fortsetzung der Carotis communis liegend mit gleichem Rechte betrachtet werden konnte, liegt in diesem jetzt zu beschreibenden 2. Falle die Carotis externa in der Verlängerung der Richtung der gemeinschaftlichen Carotis, während die Carotis interna sich ziemlich plötzlich unter einem Winkel, der zwischen  $50^{\circ}$  und  $90^{\circ}$  liegt, also einem rechten sich sehr nähert, nach hinten wendet, um nach Verlauf von etwa 1 bis  $1\frac{1}{2}$  Cm. wieder unter einem Winkel von  $120^{\circ}$  bis  $130^{\circ}$  in aufsteigender Richtung umzubiegen und aus letzterer erst allmählig zur medialen Seite der Carotis externa sich zu wenden. Die Aenderungen der Richtung erfolgen dabei aber nicht unter scharf geknickten Winkeln, sondern bogenförmig. Die Carotis interna besitzt demnach hier eine Anfangsbiegung, die ich bisher nirgends beschrieben gefunden habe. Dieselbe ist um so ausgeprägter, je höher die Theilungsstelle liegt, verwischt sich um so mehr, je tiefer am Halse wir letztere antreffen. Es finden sich also zwischen beiden extremen Formen allmähliche Uebergänge, und man wird nun leicht das Wesen der Anschwellung bei spitzwinkliger Theilung verstehen. Dieselbe entspricht der gewissermassen ausgeglichenen verstrichenen Anfangsbiegung der inneren Carotis. Wir können die spitzwinklige Theilung an nicht injicirten Präparaten mit kandelaberartiger Theilung sofort herstellen, wenn wir die Carotis communis nach unten ziehen. Es legen sich dann beide Carotiden wie bei spitzwinkliger Theilung an einander und die Anfangsbiegung der Carotis interna bildet die von früheren Autoren erwähnte Anschwellung. — Die kandelaberartige Theilung kann auch an nicht injicirten Präparaten mit Leichtigkeit erkannt werden. Nur prägen sich dann die Uebergangswinkel des einen Verlaufsstücks in das andere nicht mit solcher Bestimmtheit aus, wie an Injections- oder Corrosionspräparaten. An letzteren (Fig. 7) erscheint der gesammte Anfangsverlauf der Carotis interna bei kandelaberartiger Theilung bis zur medialen Seite der Carotis externa in Form einer leichten Spirale. — Mit Rücksicht auf den Verlauf der Thyreoidea superior ist als charakteristisch für die kandelaberartige Theilung noch besonders hervorzuheben, dass hier das aufsteigende Stück der Thyreoidea superior fehlt, dieselbe also gleich von Anfang an absteigend ist.

Wir haben im Vorstehenden höchst bemerkenswerthe Beziehungen zwischen Form der Carotistheilung, Lage der Theilungs-

stelle und Verlauf der *A. thyreoidea superior* kennen gelernt, Beziehungen, die auf eine gemeinsame Ursache zurückzuführen sind, wie ich gleich zeigen werde.

Zuvor muss jedoch noch hervorgehoben werden, dass bei Kindern und Föten die kandelaberartige Theilung die vorherrschende zu sein scheint, obwohl namentlich bei ersteren die Knickungen der *Carotis interna* nicht so stark ausgeprägt erscheinen, die einzelnen Verlaufsstücke mehr in Bogen in einander übergehen. Betrachtet man nun beispielsweise das Bild, welches die Carotistheilung beim Kinde in unseren Figuren 7 und 8 gewähren, so fällt sofort in die Augen, dass hier noch ein Verhalten deutlich ausgeprägt ist, welches auf die erste embryonale Entwicklung der grossen Gefässe hinweist. Das quere Anfangsstück der *Carotis interna* entspricht unzweifelhaft dem Bilde, welches Rathke von der *Carotis interna* bei Embryonen entwirft, es entspricht der 3. Kiemenarterie und hat sich in analoger Anordnung noch bis in's kindliche Alter erhalten. Es dürfte deshalb wohl gerechtfertigt erscheinen, den queren Verlauf des Anfangstheils der *Carotis interna* als den primären zu bezeichnen und die Form der spitzwinkligen Theilung, wie wir sie beim Erwachsenen finden, daraus abzuleiten. Es ist dann aber nicht ohne Weiteres daraus zu schliessen, dass die kandelaberartige Theilung bei Erwachsenen der kandelaberartigen Theilung bei Kindern entspreche. Vielmehr findet sich zwischen beiden ein bemerkenswerther Unterschied. Bei Erwachsenen ist die kandelaberartige Theilung auch durch einen rein absteigenden Verlauf der *A. thyreoidea superior* ausgezeichnet (Fig. 4), während bei Kindern die *A. thyreoidea superior* stets ein aufsteigendes Verlaufsstück hat (Fig. 8). Es muss also hier jedenfalls etwas Anderes vorliegen, was alsbald seine genügende Erklärung finden wird.

Sehen wir von der *A. thyreoidea* zunächst vollständig ab, so ist es klar, dass die Anfangskrümmung der *Carotis interna* sich ausgleichen wird, einmal sobald die Halswirbelsäule schneller wächst, als die *Carotis communis*, zweitens aber auch, wenn *ceteris paribus* die *Aorta descendens* relativ kurz bleibt. Es wird also mit anderen Worten einerseits ein langer Hals, andererseits eine relativ kurze *Aorta* aus der kandelaberartigen Theilung eine spitzwinklige machen. Es wirkt die Kürze der *Aorta* wie ein Zug, der auf die *Carotis communis* ausgeübt wird, woraus sich dann wieder ergibt, dass die Lage der Theilungsstelle eine tiefe wird..

Ich will nur einige Beispiele zur Illustration dieser Verhältnisse hier anführen. In der Leiche eines Erwachsenen betrug die Länge der Brust- und Lendenwirbelsäule zusammen 455 Mm., die Länge der Aorta descendens 353 Mm., das Verhältniss der Aorta zur Brust- und Lendenwirbelsäule ist also  $1:1,33$ , demnach die Aorta relativ kurz. Gefunden wurde, wie erwartet, tiefe Lage der Theilungsstelle und spitzwinklige Theilung. Bei einem anderen Erwachsenen war das Verhältniss von Aortenlänge zur Länge von Brust- und Lendenwirbelsäule  $410:490 = 1:1,19$ . Da hier die Aorta relativ lang war, wurde kandelaberartige und hohe Theilung gefunden.

Dass nun aber die Aortenlänge nicht das einzige Moment ist, welches die beschriebenen Formverhältnisse beherrscht, geht aus weiteren Beispielen hervor. Bei einem Kinde von 20 Wochen wurde das Verhältniss der Länge der Aorta descendens zur Länge der Brust- und Lendenwirbelsäule zu  $124:180$ , also  $= 1:1,45$  gefunden. Es ist demnach hier die Aorta auffallend kurz und man sollte eine spitzwinklige Theilung erwarten; allein die Theilung erfolgte kandelaberförmig. Es ergab sich aber, dass hier die Halswirbelsäule verhältnissmässig kurz war; ihre Länge verhielt sich zur Gesamtlänge der Wirbelsäule wie  $57:237$ , also wie  $1:4,15$ , während bei Langhälsen das Verhältniss zwischen  $1:2,48$  —  $1:3,5$  schwankt. Ein kurzer Hals und lange Aorta werden demnach die kandelaberartige Form in exquisitester Weise zur Folge haben, während bei kurzer Aorta und langem Halse spitzwinklige Theilung das Resultat ist. Combinirt sich ein langer Hals mit langer Aorta oder ein kurzer Hals mit kurzer Aorta, so werden wir Uebergangsformen zwischen den beiden Typen der Theilung finden.

Wenn wir nunmehr auch das auf die Carotis selbst Bezügliche bequem auf dieselben ursächlichen Verhältnisse, auf Aortenverschiebungen zurückführen können, wie die Richtungsänderungen der Intercostal- und Lumbalarterien, so fehlt doch noch die Erklärung dafür, dass die Thyreoidea superior bei kandelaberartiger Theilung der kindlichen Carotis ein aufsteigendes Stück besitzt, das der analogen Form Erwachsener fehlt. Die Erklärung hierfür ist einfach genug. Das Herabsteigen der Schilddrüse in Folge der Vergrößerung des Kehlkopfes (s. oben) geschieht unabhängig von den Aortenverschiebungen. Es kann also zu einer vollständigen recurrirenden Richtung der A. thyreoidea superior führen, sobald nur die Theilungsstelle der Carotis communis nicht

auch zu gleicher Zeit nach unten geschoben wird. Dies ist der Fall bei der kandelaberförmigen Theilung, wie sie Erwachsene zeigen. Findet aber die zu einer spitzwinkligen Form führende Verschiebung der Theilungsstelle nach unten statt, so wird natürlich das aufsteigende Stück sich erhalten (Fig. 6).

Es sei mir hier zum Schluss unserer Betrachtung über die Art der Carotis-Theilung noch eine kurze Bemerkung physiologischen Inhalts gestattet. Es ist auffällig, dass gerade die Arterien, welche das Blut dem Gehirne zuführen, die A. carotis interna und A. vertebralis durch eine Anzahl bestimmter scharf ausgeprägter Biegungen vor ihrem Eintritt in das Hirn charakterisirt sind, Biegungen, welche grösstentheils durch knöcherne Begrenzungen in ihrer Lage fixirt werden. Es ist nun klar, dass in diesen Biegungen ebenso viel Hemmungen für die Geschwindigkeit des Blutstroms gegeben sind, deren Bedeutung für die Versorgung des Gehirns mit arteriellem Blute wohl auf der Hand liegt, wenn man bedenkt, eine wie geringe Strecke zwischen Herz und Hirn beispielsweise in der Bahn der Carotis communis und interna gegeben ist. Hier fehlen bei vollständigem Mangel an erheblichen Seitenästen alle Momente, die schon innerhalb des entfernteren Verlaufs die Gewalt der Strömung beeinträchtigen. In den constanten Biegungen der Carotis haben wir nun einen Ersatz für den Mangel an stärkeren Seitenästen und zu den bekannten Krümmungen gesellt sich nach den in diesem Aufsätze mitgetheilten Beobachtungen noch eine neue, die Anfangsbiegung der Carotis interna. Aber interessant genug: sie ist um so stärker ausgeprägt, je kürzer die Strecke zwischen Hirn und Herz bei den einzelnen Individuen abgemessen ist; sie tritt bei Kurzhälsen demnach vielleicht als eine, wenn auch ungenügende, compensatorische Einrichtung auf, während sie mit der Verlängerung des Abstandes von Centralorgan des Kreislaufs und Centrum des Nervensystems allmählig ausgeglichen wird.

In den Verschiebungen der Aorta und ihren Consequenzen haben wir zugleich ein ausgezeichnetes Beispiel aus der Reihe der von Darwin unter dem Namen: „Correlation des Wachstums“ oder *correlative Variabilität* zusammengefassten Erscheinungen, nur dass wir hier in befriedigendster Weise den Zusammenhang der einzelnen Form-Erscheinungen verstehen. Spitzwinklige Theilung der Carotis, tiefe Lage der Theilungsstelle, ein aufsteigendes Anfangsstück der A. thyreoidea superior, relativ kurze Aorta, lange Wirbelsäule und absteigenden Verlauf

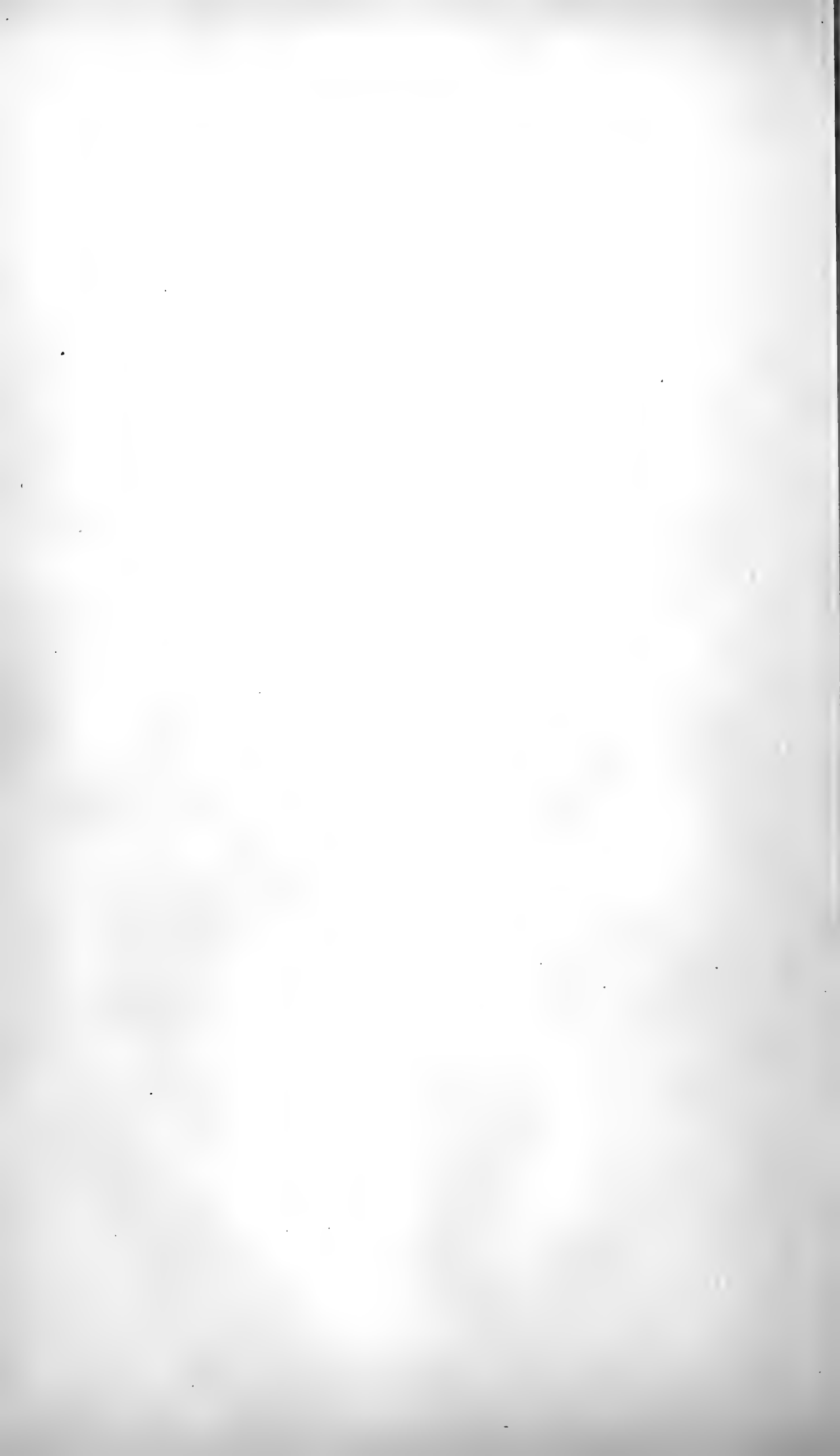
der untersten Lumbalarterie, scheinbar sehr verschiedene Dinge, haben wir zusammen gefunden, ebenso kandelaberartige Theilung der Carotis, hohe Lage der Theilungsstelle, direct absteigende A. thyreoidea superior, relativ lange Aorta und kurze Wirbelsäule, horizontalen oder gar schwach aufsteigenden Verlauf der A. lumbalis IV. Alle diese correlativen Veränderungen sind zurückzuführen im Wesentlichen auf Wachsthumsdifferenzen zwischen Aorta und Wirbelsäule, sind das Resultat von Wachsthumverschiebungen. Eine einzige individuelle Verschiedenheit führt also eine ganze Reihe weiterer Differenzen herbei, und da diese sich im Wesentlichen auf veränderte Richtung der Arterienbahnen beziehen, die Richtung letzterer für den Modus der Ernährung der Organe jedenfalls nicht gleichgültig ist, so werden jedenfalls diese individuellen Verschiedenheiten im Arteriensystem von entsprechenden Verschiedenheiten in den einzelnen Organen begleitet sein können. Ich habe wohl nicht nöthig, hervorzuheben, wie ähnliche Untersuchungen, auf die gesammte Morphologie des Gefäßsystems der Wirbelthiere ausgedehnt, eine reiche Ausbeute versprechen.

---

## Erklärung der Abbildungen auf Tafel IX.

- Fig. 1. Schema zur Demonstration der Richtungsänderungen, welche seitliche Zweige m, n eines arteriellen Gefäßstammes ab bei ungleichmäßigem interstitiellen Wachsthum des letzteren erleiden. Erklärung s. im Text.
- Fig. 2. Schema zur Demonstration der Richtungsänderungen der seitlichen Zweige eines Arterienstammes ab bei Annahme eines rascheren Wachstums der Unterlage cd, so dass  $CD > AB$ . Genauer im Text.
- Fig. 3. Aehnliches Schema wie Fig. 2; nur ist hier angenommen, dass der arterielle Stamm ab die Unterlage cd im Wachsthum überholt, so dass  $CD < AB$ .
- Fig. 4. Kandelaberartige Theilung der Carotis communis am Kieferwinkel. Sternocleidomastoideus ein wenig nach hinten zurückgebogen. A. thyreoidea superior absteigend.
- Fig. 5. Kandelaberartige Theilung der Carotis von einem anderen Erwachsenen. ci Carotis interna, ce Carotis externa, th. s Thyreoidea superior.
- Fig. 6. Spitzwinklige Theilung der A. carotis communis vom Erwachsenen. ci Carotis interna, ce Carotis externa; th. s. A. thyreoidea superior mit aufsteigendem Verlaufsstück.
- Fig. 7. Theilung der Carotis communis in der Carotis externa (c. e.) und interna (c. i.) beim neugeborenen Kind. Corrosionspräparat.
- Fig. 8. Kind 20 Wochen. an A. anonyma; s A. subclavia, tr truncus thyrocervicalis, ca A. cervicalis ascendens, th. i. A. thyreoidea inferior. Die Carotis communis cc theilt sich kandelaberförmig: ci Carotis interna. Die A. thyreoidea superior (th. s.) hat ein aufsteigendes Ursprungsstück. gl. th Schilddrüse; l. A. lingualis.





# **Monographie**

der in Thüringen vorkommenden Arten

der Hymenopteren-Gattung

## **Bombus**

mit

einer allgemeinen Einleitung in dieses Genus

von

**Dr. Otto Schmiedeknecht.**

Hierzu Tafel X und XI.

---

### **Vorwort.**

Durchblättert man die Jahrgänge unserer entomologischen Zeitschriften und vergleicht man die übrigen Werke und zerstreut liegenden Aufsätze entomologischen Inhaltes, so kann man sich des Gefühls nicht erwehren, dass die Richtung, welche die meisten der betreffenden Fachmänner eingeschlagen haben, eine ziemlich einseitige ist, dass unter allen Insektenklassen bloß einige als Lieblingskinder namentlich von zahlreichen Dilettanten bevorzugt, die übrigen dagegen bis heutzutage bloß als Stiefkinder behandelt worden sind und noch werden. Recht bitter klingt es z. B. wenn Schiner im Vorwort zu seinem schönen Werk „Fauna Austriaca, Diptera“ klagt: die grosse Schaar der Entomologen wird mein Buch mit Indifferentismus bei Seite legen, weil es ja von Dipteren handelt, den wahren Proletariern des Insektenvolkes. — Bereits im Osterprogramm 1876 des Institutes Gumperda bei Gelegenheit einer Aufzählung der in diesem Theile Thüringens vorkommenden Grabwespen und Bienen habe ich auf diese eigenthümliche Erscheinung aufmerksam gemacht, wie von allen Insektengruppen immer nur Coleopteren und Lepidopteren hervorgesucht werden, sodass der Anfänger vor diesem schon in das Kleinliche gehenden Theil der Entomologie fast zurückschrickt, und wie gross-

artig die Literatur dieser Abtheilungen den wenigen Gesamtwerken und zerstreuten Abhandlungen über die übrigen Klassen gegenüber steht. Namentlich sprach ich meine Verwunderung darüber aus, dass die Hymenopteren mit ihrer zum Theil wunderbaren Lebensweise, Biene und Ameise haben ja das Interesse des Menschen von Alters her erregt, ungebührlich vernachlässigt worden sind, ein Unrecht, dass man erst in jüngster Zeit wieder etwas gut zu machen scheint. Die mir scheinenden Gründe dieser Thatsache habe ich in dem erwähnten Programm ebenfalls angeführt, wie namentlich die dürftige Literatur, in gleicher Weise die winzigen Formen und die Schwierigkeit der Präparirung vieler Hautflügler wenig für Anfänger einladend seien. Immerhin bleibt es räthselhaft, dass leichter zu behandelnde Gruppen, namentlich solche mit grösseren Repräsentanten z. B. die Bienen, im Verhältniss so wenige Liebhaber gefunden haben, da es doch genug Käfersammler gibt, die sich z. B. auf Staphylinen gar nicht eingelassen haben. Mir will es jetzt auch scheinen, als wenn ein allzugrosser Eifer, die Sammlung zu vervollständigen, zu tauschen und zu kaufen, wozu die übrigen Klassen wenig oder gar keine Gelegenheit bieten, viele der Käfer- und Schmetterlingssammler ergriffen habe, ein Jagen nach seltenen Exemplaren, eine ewige Sucht Varietäten ausfindig zu machen, um die Preise doppelt und dreifach höher stellen zu können. Man hat desshalb den Entomologen schon häufig, und wohl mit etwas Recht, den Vorwurf der Aeusserlichkeit gemacht, einer zu grossen Betonung der Färbung, eines Strebens, das als höchstes Ziel den lateinischen Namen ansieht; namentlich ist dies von Forschern geschehen, die der alten nur das vollkommene Insekt berücksichtigenden Systematik fremd, durch tiefere Studien der Entwicklung und Stammverwandtschaft einem anderen Ziele zustreben, die jedoch durch Ignoriren der durch mühsamen Fleiss errungenen Resultate unserer heutigen Entomologie ebensogut einseitig werden können. Ich frage einmal, wie viele von unseren Käfersammlern kümmern sich um den Verdauungscanal oder das Tracheensystem eines Carabus oder wohl um die Jugendzustände desselben und umgekehrt frage ich wie viele von solchen giebt es, die eine schöne anatomische Abhandlung geliefert, es aber blos bis zur Gattungsbestimmung des Thieres, das sie wochenlang unter dem Mikroskop hatten, gebracht haben. — Weismann sagt in seinem jüngsten Werk: Ueber die letzten Ursachen der Transmutationen p. 143 sehr richtig, dass Systematiker des alten Schlages seine Zeilen nicht ohne Grausen lesen

können. Auch ich glaube, dass ein altgeschulter Lepidopterolog mit seiner minutiösen Artkenntniss über die colossalen Schlüsse, die aus der geringen, obendrein lückenhaft bekannten Anzahl der Schwärmerraupen gezogen werden, etwas ungläubig den Kopf schütteln wird, aber verschliessen darf er sich nicht der neuen, gewaltigen Lehre; gerade er wird am besten prüfen und urtheilen können, denn erst genaue Artstudien und dann darwinistische.

Eine Sammlung soll nicht blos todt sein, sonst gewinnt die Frage, die ich einige Mal von Leuten, die meine Sammlung anschauten, gehört habe: Was machen Sie nun damit? etwas Geltung. Mit der strengen Systematik, die das todte Thier einzuschalten weiss, soll auch ein Thierleben verknüpft sein. Mustere ich meine Kästen, wo bei jedem Funde Ort und Datum vermerkt ist, dann ziehen in meine Stube Thüringens Berge und Thäler vorbei und wenn es draussen stürmt und schneit, erinnere ich mich der Frühlings- und Sommertage vergangener schöner Jahre. Das mag weiter nicht wissenschaftlich sein, aber es macht mir meine Sammlung recht werth. Daher wohl der Widerwille, den jeder sinnige Entomolog gegen gekaufte, selbst getauschte Exemplare hat. Sie sind Fremdlinge in seiner Sammlung, wenn er sie auch nicht entbehren kann. Aber auch gar mancher Irrthum wäre vermieden worden, wenn nicht Thiere ohne alle sonstige Notiz, oft blos der Färbung nach, zusammengesteckt worden wären; gar mancher Streit wäre nicht entstanden, wenn Lebensweise, Zusammenfliegen der Geschlechter, Erscheinungszeit und Fundort, Berücksichtigung gefunden hätten, so mancher, die Synonymie verwirrende, lateinische Name wäre weggeblieben, wenn man constantere Merkmale benutzt hätte als blosse Farbe. —

Eine *Apis mellifica* steckt in der Sammlung. Sieht man dem einfachen Thier in seiner braunen Färbung, die Flügel ohne Farbensglanz, an, dass eine ganze Bibliothek drüber geschrieben worden ist? Gerade die Hymenopteren sind es, wo noch manches Thier ein Einzelwerk verlangen könnte, da liegt noch ein weites Feld dem wissenschaftlichen Forscher offen; ein wunderbares Bild zeigt sich in den Bauwerken, sei es ganzer Thierstaaten, sei es einsam lebender Künstler; zahlreiche Räthsel liegen in dieser Sorge der Eltern für ihre Kinder, in dem Verkehr zwischen Wirth und Schmarotzer, in dem Treiben der winzigen Meuchelmörder, der Ichneumoniden und ihrer Verwandten, der reizend zierlichen Bracniden und Pteromalinen. Das Thier selbst tritt zurück vor seinem Leben und Wirken, sein einfach dunkles Kleid trägt den Sieg

davon über ein buntes Prachtgewand. Gegen solch wechselvolle Welt ist die Metamorphose eines Schmetterlings, so schön sie ist, etwas einförmig, ist der Lebenslauf eines Käfers, mit geringen Ausnahmen, ein ausserordentlich trister. — Und doch wie wenig ist gethan auf diesem weiten Felde, verglichen mit den Arbeiten auf den übrigen Gebieten. Da liegt noch gar Manches unbebaut, gar Manches hat noch nicht die entomologische Taufe erhalten. Und da wo schon gearbeitet ist, muss noch viel nachgeholfen, verbessert und geordnet werden, denn es herrscht noch viel Confusion und Meinungsverschiedenheit, die leider oft in recht unliebsame, heftige und die Wissenschaft wenig fördernde Streitigkeiten ausartet. Selbst die grösseren Arten sind noch höchst unvollkommen bekannt und gesichtet, erfreuen sich zwar vieler Namen gewöhnlich, leider aber so vieler, dass man oft nicht weiss, wie das Thier eigentlich heisst. Die Bienen haben sich, wie leicht begreiflich, noch der meisten Liebhaber zu erfreuen gehabt, sind aber trotzdem noch so wenig durchforscht, dass ihr Studium mit Hülfe der vorliegenden Werke immerhin noch ein schwieriges ist. Gerade über die grössten Repräsentanten derselben, die Hummeln, herrschen, was die Begrenzung der Arten anbelangt, bis auf den heutigen Tag noch sehr verschiedene Ansichten, eine Erscheinung, die bei so grossen Thieren ziemlich auffallen muss und die, wie ich selbst erfahren habe, sogar Entomologen von Fach seltsam vorkam. Vieles wäre auch hier besser, wenn frühere Autoren besser beobachtet und nicht bloß nach der Farbe Species aufgestellt hätten, was bei dem ausserordentlichen Variiren einiger Hummelarten deren Zahl natürlich unnöthig vergrössern musste. Da Thüringen, besonders die Umgegend von Gumperda reich an Arten ist und selbst die selteneren, meist kritischen Species stellenweis ziemlich häufig vorkommen, so glaube ich mir keinen Tadel zuzuziehen, wenn ich meine Beobachtungen über die in diesem Theil Deutschlands vorkommenden Arten des so schwierigen Genus veröffentliche.

Die Gegenden, wo ich gesammelt habe, sind der Reinstädter Grund bei Kahla und der Umkreis bis auf 3 und 4 Stunden Entfernung, das Saalthal zwischen Dornburg und Eichicht und viele der benachbarten Lokalitäten, der Zeitzgrund bei Stadt-Roda, der Orlagrund, die Gegend von Hummelshain, Fröhliche Wiederkunft und Neustadt; ferner die Gegend von Blankenburg, das Schwarza-thal bis Schwarzburg, das entomologisch interessante Gebiet der sogenannten Höhedörfer bei Blankenburg, wie Braunsdorf, Ditters-

dorf u. s. w., ferner die Hochebene zwischen Rudolstadt, Blankenburg und Stadtilm und die ganze Umgegend des letzterwähnten Ortes. Fernere Punkte habe ich nur auf gelegentlichen Touren berühren können. Sollte sich einer der Entomologen daran stossen, dass ich einige der Varietäten besonders benannt habe, so möge zu meiner Rechtfertigung dienen, dass ich es für gerathen halte, leicht umgrenzbare und regelmässig wiederkehrende Färbungen bei einem so ausserordentlich variablen Genus wie *Bombus* der Kürze wegen mit Namen zu belegen.

Leider wurde ich bei meinen Beobachtungen in meiner engeren Heimath Thüringen so gut wie gar nicht unterstützt. Während Lepidopteren und Coleopteren hier schon manchen eifrigen Verehrer aufzuweisen haben, scheint sich sonst Niemand der missachteten Hymenopteren erbarmt zu haben. Nur der allen Coleopterologen wohlbekannte Herr Forstrath Kellner zu Gotha theilte mir einige Notizen über das Vorkommen der gewöhnlichen Hummelarten in der Nähe seines Wohnortes mit und spreche ich diesem hochbejahrten wackeren Entomologen hier nochmals meinen Dank aus.

Höchst erfreulich und ehrenvoll war die Hilfe, die mir aus der Ferne zu Theil wurde. Vorliegende Arbeit würde weit mehr Mängel zeigen, namentlich würde ich mich nicht an eine genauere Kritik der Synonyma gewagt haben, hätte ich nicht die Meinungen einiger der bedeutendsten Hymenopterologen vergleichen können. Namentlich bin ich von folgenden Herren in höchst zuvorkommender Weise unterstützt worden: Herr Frederick Smith, Assistant Keeper am Brittischen Museum, dessen ausserordentlicher Güte ich es auch verdanke, dass mir sofort nach dem Erscheinen der 2. Auflage seiner „British Bees“ von Seiten des Museums ein Exemplar überreicht wurde, sodass ich es in vorliegender Arbeit noch benutzen konnte; Herr Dr. Schiödte, Professor der Zoologie und erster Direktor des zoologischen Museums der Universität zu Kopenhagen; Herr Christian Drewsen zu Strandmøllen bei Kopenhagen; Herr Dr. Thomson, Professor der Zoologie an der Universität Lund in Schweden; S. Excellenz O. v. Burmeister-Radoszkowsky, Kaiserlich Russischer General der Artillerie zu St. Petersburg; ebensoehr bin ich dem Präsidenten unseres Vereins Herrn Dr. C. A. Dohrn zu Stettin für die Zuvorkommenheit verbunden, mit der er mir bei Benutzung der Vereinsbibliothek behülflich war. Allen diesen hochzuverehrenden Herren sage ich hiermit nochmals meinen tiefgefühltesten

Dank. Herrn Dr. Kriechbaumer zu München, der wirklich aufopfernd mich aus dem reichen Schatz seiner Erfahrungen unterstützte, bitte ich, mir zu erlauben, ihm meinen Dank durch Widmung dieser Abhandlung auszudrücken. Sollten durch dieselbe dem fesselnden Studium der Hymenopteren einige neue, recht nothwendige Freunde zugeführt werden, so würde ich für meine Mühe entschädigt sein. Ich empfehle die Arbeit einer wohlwollenden Beurtheilung.

Ende Februar 1877.

Der Verfasser.

### L i t e r a t u r.

Die allgemeinen Werke, in welchen das Genus *Bombus* behandelt ist, sowie die wenigen Specialarbeiten über Hummeln, welche dem Verfasser dieser Schrift grösstentheils vorgelegen haben, sind chronologisch geordnet folgende:

- Johannes Ray (Rajus), *Historia Insectorum*, Londini 1710. 4. (Er rechnet noch viele Neuroptoren zu den Hymenopteren. Speciesnamen kennt er natürlich noch nicht. Die Hummeln stecken bei ihm unter dem Genus *Bombylius*.)
- Johann Leonhard Frisch, *Beschreibung von allerley Insecten in Teutschland*. 13 Theile mit 273 Kupfert. Berlin 1730—1738. 4.
- René Antoine de Réaumur, *Memoires pour servir à l'histoire des Insectes*, tom. 6. Paris 1734—42. 4.
- Johannes Swammerdam, *Bibel der Natur, worinnen die Insekten in Klassen vertheilt etc.* A. d. Holländ. Leipzig 1752. fol. mit 53 Kpfrt.
- Johannes Antonius Scopoli, *Entomologia Carniolica exhibens Insecta Carnioliae indigena*. Vindobonae 1763. 8.
- Carl v. Linné, *Systema naturae* in 13 Auflagen, die letzte von Gmelin. (Leipzig 1788—1793). *Fauna Suecica* in 2 Auflagen.
- Jacobus Christianus Schäffer, *Icones Insectorum circa Ratisbonam indigenorum*. 3 Bände mit 280 fein color. Kupfert. in 4. Regensburg 1779.
- Johannes Christianus Fabricius, *Systema Entomologiae*. Flensburgi et Lipsiae 1775. 8. *Entomologia systematica*. 4 voll. Hafniae 1792—99. 8. *Systema Piezatorum*, Brunsvigae 1804. 8.
- Otto Fridericus Müller, *Fauna Insectorum Friedrichsdalina, sive methodica descriptio insectorum agri Friedrichsdalensis*. Hafniae



- et Lipsiae 1764. 8. Zoologiae danicae prodromus, seu Animalium Daniae et Norwegiae indigenorum characteres etc. Hafniae 1776. 8.
- Franciscus de Paula Schrank, Enumeratio Insectorum Austriae indigenorum, cum figuris. Augustae Vindelicorum, 1781. 8.
- Peter de Rossi, Fauna Etrusca sistens insecta quae in provinciis Florentina et Pisana praesertim collegit P. Rossius, Tomus II, Liburni 1790.
- Johann Ludwig Christ, Naturgeschichte, Klassifikation und Nomenclatur der Insekten vom Bienen-, Wespen- und Ameisengeschlecht von J. L. Christ, mit 60 color. Kupfertafeln. Frankfurt am Main 1791. 4.
- Georg Wolfgang Franz Panzer, Faunae Insectorum Germanicae Initia oder: Deutschlands Insecten, gesammelt und herausgegeben von G. W. F. Panzer. 109 Hefte. Nürnberg 1796—1809. 12.
- Transactions of the Linnean Society. Vol. VI p. 214—298. London 1801. 4. Enthält den ausgezeichneten Aufsatz Huber's, in welchem derselbe seine zahlreichen und genauen Beobachtungen über den Haushalt der Hummeln niederlegt, unter dem Titel: Observations sur plusieurs genres de Bourdons (Bombinatriees de Linné) par Mr. P. Huber (fils). Avec 3 plchs.
- William Kirby, Monographia Apum Angliae. Ipswich 1802. 8. Mit 18 zum Theil colorirten Kupfertafeln.
- C. A. Walckenaer, Faune Parisienne. Insectes, ou Histoire abrégée des Insectes des environs de Paris. 2 vol. Paris 1802. 8. Avec 7 plchs.
- P. A. Latreille, Histoire naturelle générale et particulière des crustacés et des insectes. 14 vol. Paris 1802—5. 8. Avec 113 plchs. color. (vol. IV).
- Karl Illiger, Magazin für Insektenkunde. 5. Band. Braunschweig 1806. 8.
- L. Jurine, Nouvelle méthode de classer les Hyménoptères. Genève 1807. 4. Avec 14 plchs. color.
- Gustav Dahlbom, Bombi Scandinaviae monographice tractati et iconibus illustrati. Lond. Goth. 1832. 8. c. tab. color.
- Benno Seidl, Die in Böhmen vorkommenden Hummelarten, enthalten in Weitenweber's Beiträgen zur gesammten Natur- und Heilwissenschaft. Vol. II. Heft 1. Prag 1837.
- Lepelletier de Saint-Fargeau et A. Brullé, Histoire naturelle des insectes hyménoptères (Abeilles, Guêpes, Fourmis etc.) 4 vols. Paris 1837—46. 8. Avec Atlas de 48 plchs.

- Chr. Drewsen og J. Schiödte, Fortegnelse over de danske Arter of Sloegterne *Bombus* og *Psithyrus*. Kjobnhavn 1838. 8. m. Kpfrt.
- William Nylander, Anotationes in expositionem monographicam apum borealium, enthalten in den Notiser ur Sällkapets pro Fauna et Flora Fennica Förhandlingar. Bihang till acta Societatis Scientiarum Fennicae. I. Heft 1848, p. 165—282 mit 2 pl.
- Revisio synoptica apum Borealium, II. Hft p. 225—286.
- J. W. Zetterstedt, *Insecta Lapponica*. Lips. 1840. 4.
- Newman, the Zoologist, Vol. 1—7. London 1843—49. Mit einer Beschreibung der Bienen Englands von Friedr. Smith.
- List of the Specimens of british animals. Part VI. Hymenoptera aculeata. London 1851.
- Fred. Smith, Catalogue of British Hymenoptera in the Collection of the British Museum. Part I. Apidae-Bees. London 1855 mit 11 Tafeln.
- A. Schenk, Beschreibung Nassauischer Bienenarten; enthalten in den Jahrbüchern des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau, VII. Heft 1851. Nachtrag zu der Beschreibung nassauischer Bienenarten. IX. Heft 1853. Ueber einige schwierige Genera und Species aus der Familie der Bienen. X. Heft 1855. Die nassauischen Bienen. Revision und Ergänzung der früheren Bearbeitungen. XIV. Heft 1861. Zusätze und Berichtigungen zu der Beschreibung Nassauischer Bienen. XVI. Heft 1861. Zusätze zu den Nassauischen Arten und Beschreibung der übrigen deutschen Arten. XXI. und XXII. Heft 1868.
- NB. Die übrigen Nachträge sind enthalten in der Stettiner und Berliner resp. deutschen entomologischen Zeitschrift.
- W. E. Shuckard, British Bees: an Introduction to the study of the natural history and economy of the bees indigenous to the British isles. London 1866. 8. w. 16 color. plates.
- Horae Societatis Entom. Rossicae. Band VI, enthaltend eine Abhandlung von T. Morawitr.
- C. G. Thomson, Opuscula entomologica ad faunam Suecicam. 4 fasc. Lund 1869—71. 8. Hymenoptera Scandinaviae, Tom. II. Lund 1872. 8.
- Stettiner Entom. Zeitung. Jahrgang 1869 und 1872, enthaltend längere Abhandlungen von Gerstäcker speciell über Arten v. *Bombus*. 1870, Bemerkungen Schenck's über *B. martei* Gerst. terrestris und *Proteus* Gerst. 1873, Abhandlung Kriechbaumer's über *Bombus fragrans*, *distinguendus*, *mesomelas* und *equestris*.
- Berliner resp. deutsche Entom. Zeitung. Jahrgang 1873, ent-

haltend Beobachtungen Schenck's über *Bombus soroensis*, *subterraneus*, *runderatus*, *terrestris*, *lucorum*, *muscorum*, *sylvarum* u. a. Jahrgang 1875 mit Notizen desselben Autors über *B. arenicola*, *pomorum* und verwandte Arten und *B. confusus*.

Entomologische Nachrichten, 1876, Heft 10 und 11.

Fred. Smith, Catalogue of the British Bees, II. Edition. 1876.

---

Es ist eine grosse Anzahl Werke, die ich im Vorstehenden aufgeführt habe und doch hat ein grosser Theil davon, zumal von den älteren, wieviel Mühe auch die Verfasser darauf verwandt haben mögen, jetzt für die Wissenschaft nur noch wenig oder gar keinen Werth. Bei einem Genus, über dessen einzelne Arten noch heute die Meinungen schwankend sind, darf es uns nicht Wunder nehmen, wenn ältere Autoren, die fast von der Masse des Materials erdrückt wurden und vollauf mit der Sichtung der Hauptgruppen zu thun hatten, sich einem genauen Studium der Einzelwesen nicht hingeben konnten. Was war also natürlicher, als dass man keine Zeit hatte, nach constanten, vor allen Dingen plastischen Kennzeichen zu suchen und sich damit begnügte, das Thier nach seinem äusseren Aussehen, also nach Grösse und vor Allem Farbe zu beschreiben, und ebenso ist es begreiflich, dass, wenn die Tausende von Thieren, die in rascher Folge entdeckt wurden, untergebracht werden sollten, diese Beschreibungen bloß kurz sein konnten. Das sind sie nun auch in der That. Es sind keine Beschreibungen, es sind bloße Diagnosen, meist so kurz, dass, bei nicht ganz besonderen Auszeichnungen des Thieres, die Species später wohl zu vermuthen aber nicht sicher zu erkennen war. Galt dies schon im geringen Maasse für Thiere, die eine ziemlich constante Färbung zeigen, so wurde die Schwierigkeit in der Deutung älterer Namen fast unüberwindlich durch das Variiren der Färbung, indem sich also gerade die Kennzeichen, die bei den Diagnosen allein berücksichtigt wurden, als ausserordentlich wenig stichhaltig erwiesen. Was nun speciell das Genus *Bombus* betrifft, so war die natürliche Folge die, dass bei dem ausserordentlichen Variiren dieser Gattung eine Menge von Arten aufgestellt wurden, manche bloß auf ein einzelnes Exemplar hin, während man ähnlich gefärbte Arten fälschlich unter einer Species vereinigte. So haben wir sowohl von Linné als besonders von Fabricius eine Menge lateinischer Namen bekommen mit ungemein kurzen Diagnosen. Diese allzugrosse Nachlässigkeit in der Beschreibung der Arten hat sich auch bitter gerächt. Während viele der letzteren

noch in ein mystisches Dunkel gehüllt sind und mit Fragezeichen versehen jetzt von dem einen Autor zu dieser, von einem anderen zu jener Species gestellt werden und somit die Synonymie höchst unerquicklich machen, sind andere geradezu Gegenstand von Streitigkeiten geworden, die trotz ihres unliebsamen Charakters wenigstens noch den Nutzen gehabt haben, dass derartige fragliche Species desto eingehender der Beobachtung und Untersuchung unterworfen wurden.

Die aus älterer Zeit stammenden Kupferwerke besitzen einen nur fraglichen Werth. Wer die subtilen Unterscheidungsmerkmale verwandter Arten kennt, wird wissen, dass auch die sauberste und genaueste Abbildung wie sie z. B. Panzer in seiner *Fauna Insectorum Germaniae* bietet, nie die Natur ersetzen kann, dass dagegen ungenaue Zeichnungen, besonders ungenaues Colorit oben-drein den Nachtheil haben, dass sie die Erkennung des Thieres bloß erschweren. So nehmen z. B. Drewsen und Schiödte Anstand, den *B. fragrans* Dahlbom für identisch mit dem *B. fragrans* der übrigen Autoren zu halten, weil auf der Tafel durch flüchtiges Coloriren der After weiss geblieben ist. Ein daneben abgebildetes ♀ von *B. muscorum* hat denselben Fehler. Das ♀ von *B. agrorum* F. zeigt gar eine grasgrüne Binde auf dem Hinterleib, wenigstens in dem Exemplar, welches ich besitze.

Besseres als in der Feststellung der Arten ist von einigen älteren Autoren in der Beobachtung der Lebensweise geleistet worden. Bereits Réaumur gibt im 6. Band seiner „*Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes*“ interessante Notizen über das Leben der Hummeln, so dass Kirby von ihm sagt: To him nature lifted up the veil that covers her awful face, and was delighted to initiate him into her most secret mysteries. Da er die Eintheilung der Bienen auf ihren Nestbau gründet, so war er genöthigt, eingehende Studien darüber zu machen. Gerade aber auf Grund seines künstlichen Eintheilungsprinzipes musste er die Hummeln in verschiedene Familien bringen. In die erste bringt er die Arten, welche ihr Nest von Moos bauen, in die andere die, welche ihr Nest unter der Erde anlegen. Viele seiner Angaben über Lebensweise sind später widerlegt worden. — Eine vortreffliche Specialarbeit über die Lebensweise der Hummeln, die jetzt noch unübertroffen ist, lieferte P. Huber in den *Transactions of the Linnean Society* Vol. VI, pag. 214—298. Es ist das Resultat mehrjähriger genauer Beobachtungen und zahlreicher Experimente, die er mit diesen Thieren angestellt hat.

Ein Werk, speciell über Bienen, das in Bezug auf gründliche Untersuchung der Körperteile und Feststellung der Arten alle vorhergehenden weit in Schatten stellt, ist die *Monographia Apum Angliae* v. William Kirby 1802, die noch heute als Basis für jeden Apidologen unentbehrlich ist. Ein sinniger, tief religiöser Beobachter, hat er zunächst die Arbeiten früherer Autoren geprüft und dann behufs der Gruppierung den Bau der einzelnen Thiere, vorzüglich der Mundwerkzeuge untersucht und das Resultat auf 14 Tafeln abgebildet. Er ist der erste, der die wunderbaren Strepsipteren oder Stylopiden auf Bienen entdeckt und auf Tafel 14 ein derartiges Thier darstellt. Kirby sah bald ein, dass die kurzen Diagnosen, wie sie Linné und Fabricius geben, bei dem raschen Wachsen des Materials nicht mehr ausreichend waren. Ueber diese Kürze klagt er im ersten Band pag. XIV: Much confusion has unavoidably been introduced into the genus by this brevity, for the same definition will now be found to agree with several distinct species. Die im 2. Band aufgeführten Bienen, von denen er die meisten als neu zu benennen hatte, sind desshalb ausser ihren Diagnosen noch mit ausführlichen Beschreibungen und sonstigen Notizen, ferner mit genauer Synonymie versehen. Die meisten seiner Species sind denn auch von späteren Autoren wiedererkannt worden. Sehr zu bedauern bleibt, dass eine gewisse Aengstlichkeit oder vielmehr Bescheidenheit Kirby abhielt, noch mehr Genera aufzustellen. Indem er deren nur zwei, nämlich *Melitta* und *Apis* annimmt, sieht er sich gezwungen, mittelst Zahlen und Buchstaben weiter einzutheilen, was den Ueberblick ausserordentlich erschwert. Die Hummeln stehen bei ihm noch unter der Gattung *Apis*. Ein so scharfer Kritiker wie er erkannte bald den durchgreifenden Unterschied zwischen den echten Hummeln und Schmarotzerhummeln, ist aber zu bescheiden, sie zu trennen, sodass die Arten beider Gattungen vermengt stehen.

Kirby's streng wissenschaftliches Werk war nicht geeignet Anfänger zum Studium der Hymenopteren, speciell Bienen, zu er-muthigen. Die mühsamen Determinationen, die sämmtlich ein genaues Untersuchen der Mundwerkzeuge unumgänglich nothwendig machen, verlangten schon geschulte Entomologen und auch diese gingen bald ihren eigenen Weg.

Es kann natürlich bei vorliegender Specialarbeit nicht meine Aufgabe sein, die verschiedenen Systeme, die man zur Eintheilung der Bienen vorschlug, einzeln zu besprechen. Jedes System hatte eben seine Schattenseite, jedes natürliche System war auch zu-

gleich ein künstliches. Dass Lebensweise und Körperbau gleichzeitig berücksichtigt werden mussten, sahen alle Apidologen ein, wem von beiden aber bei Bildung der Hauptgruppen der Vorrang einzuräumen sei, dieser Streit ist bis jetzt noch nicht beendet. Latreille berücksichtigte zur Bildung seiner Hauptfamilien die Zunge und theilte danach die Bienen in Andrenetae und Apidae ein, ein System, das viele der Späteren im Hauptprinzip befolgt haben. Freilich mussten dann habituell ganz nahe stehende Arten getrennt werden, während abweichende Arten vereinigt wurden. — Andere z. B. Le Pelletier de St. Fargeau legten das Hauptgewicht auf die Oekonomie der Bienen, wo aber derselbe Uebelstand eintrat, indem ganz heterogene Formen vereinigt werden mussten. Ja englische Apidologen ordneten ganz nach Willkür an, um aus blosser persönlicher Rivalität das System so abweichend von einander als möglich zu machen. Dies thun z. B. die Engländer Curtis (Catalogue of British Insects 1829) und Westwood (Guide to the Arrangement of British Insects 1837). Später nahmen sie das Latreille'sche System an.

Im Jahre 1832 erschien eine monographische Bearbeitung der Hummeln Skandinaviens von dem jedem Hymenopterologen wohlbekannten Schweden Dahlbom unter dem Titel: *Bombi Scandinaviae monographice tractati et iconibus illustrati*. So hoch ich Dahlbom sonst achte, so muss ich mich doch in meinem Urtheil über diese Schrift Drewsen und Schiödte anschliessen. Das wenige Neue, was der Verfasser bringt, beschränkt sich blos auf Notizen über die nordischen Hummeln, die jedoch meist bereits von Fabricius beschrieben waren. Die allgemeine Einleitung über die Lebensweise der Hummeln ist fast gänzlich aus Huber's ausgezeichneten Beobachtungen entlehnt. Der systematische Theil entbehrt recht sehr der Kritik, er theilt blos nach der Farbe ein. Plastische Kennzeichen, besonders die Genitalien der Männchen, benutzt er fast gar nicht, sagt er doch von letzteren: *Hae partes in variis speciebus ad formam et proportionem paullo variant*. Ueber die Ungenauheit der Abbildungen habe ich bereits gesprochen. Die Schmarotzerhummeln sind als *Divisio secunda* von den ächten Hummeln getrennt. Nur wenige Jahre später wurden sie fast gleichzeitig von Newman als *Apathus*, von Lepelletier de St. Fargeau als *Psithyrus* abgegrenzt. Der erstere Name hat die Priorität. — Im Jahre 1838 lieferten Drewsen und Schiödte eine kleine Specialarbeit über die dänischen Arten von *Bombus*. Wie mir Hr. Professor Dr. Schiödte selbst schreibt,

war es bei dieser Jugendarbeit, wie er sie nennt, darauf abgesehen, die Arten nach Nestbefunden festzustellen. Die Arbeit zeigt einen bedeutenden Fortschritt gegenüber der Dahlbom'schen. So ist namentlich der *Bombus soroensis* F., der später so viel Streit erregen sollte, bereits richtig aufgefasst, ferner *Derhamellus* mit *Rajellus* vereint.

Durch Nylander erhielt die Kenntniss der Hummeln keine wesentliche Bereicherung. Er stellt zwar einige neue Arten auf, die sich jedoch, wie es scheint, als blosse Varietäten auf bekannte Arten reduzieren lassen. — Die britischen Bienen erfuhren durch Smith eine gründliche Bearbeitung in dem *Catalogue of British Hymenoptera*, Part I, Apidae, Bees 1855. Diese treffliche Arbeit ist soeben in der 2. Auflage erschienen. Was speciell das Genus *Bombus* anbelangt, so enthält die neue Bearbeitung mancherlei Abänderungen, denen ich mich jedoch, sofern sie *B. muscorum*, *agrorum*, *venustus*, *virginalis* und *subterraneus* betreffen, fast noch weniger anschliessen kann als den in der 1. Auflage vertretenen Ansichten. Wie Drewsen und Schiödt legt Smith das Hauptgewicht auf den Befund der Nester, mit deren Untersuchung er seit langen Jahren beschäftigt ist.

Unentbehrlich, namentlich für jeden deutschen Hymenopterologen sind die Arbeiten des Hrn. Professor Schenck über Bienen. Die früheren Bearbeitungen, in denen, wie der verehrte Autor selbst zugesteht, mancherlei Irrthümer vorkommen, wie sie der damals noch sehr schwierig zu behandelnde Stoff mit sich brachte, sind durch die Revision im 14. Heft der nassauischen Jahrbücher entbehrlich geworden. Was das Genus *Bombus* betrifft, so gebührt dem Verfasser das grosse Lob, in der letzterwähnten Revision scharf umgrenzt zu haben, was Species und was Varietät ist, namentlich durch eine genaue Beschreibung der männlichen Genitalien endlich einmal constante Merkmale zur Sichtung der Arten herangezogen zu haben. Gleichzeitig stellte er den *Bombus confusus* als neue Species auf, ebenso beschrieb er den *B. soroensis* F. und seine verschiedenen Färbungen richtig, liess sich aber aus verschiedenen Gründen verleiten ihn mit der mystischen Species *subterraneus* zu identificiren und ihn desshalb unter diesem Namen zu beschreiben. Im Jahre 1868 lieferte er Nachträge zu den beschriebenen Arten und zugleich die Beschreibung der übrigen in Deutschland vorkommenden Arten.

Wesentlich bereichert wurde die Anzahl der bekannten Hummeln durch den als ausgezeichneten Hymenopterologen bekannten



Professor Dr. Gerstaecker in Berlin, der in den Jahrgängen 1869 und 1872 der Stettiner Entomologischen Zeitung eine Reihe meist alpiner Hummelarten beschrieb. Einige derselben jedoch werden jetzt allgemein als blosse Varietäten betrachtet. Einzelne Aufsätze über Arten von *Bombus* lieferten dann noch Schenck und der gerade auf diesem Felde ausgezeichnete Prof. Dr. Kriechbaumer in München. Das Nöthige darüber ist bei den einzelnen Arten bemerkt.

Von Gesamttwerken über Bienen sind nur noch zwei zu erwähnen. Das eine ist: Shuckard, *British Bees: an Introduction* etc. Das Werk ist bloss allgemeinen Inhaltes und bringt interessante Notizen über Nutzen, Haushalt, geographische Verbreitung u. s. w. der Bienen. Wie Latreille theilt Shuckard die Bienen in *Andrenidae* (subnormal bees) und *Apidae* (normal bees) ein. Eine Beschreibung der Arten ist nicht gegeben, das Buch soll bloss eine Ergänzung zu Smith's Arbeiten sein. Was *Bombus* betrifft, so bringt es bloss wenig Neues; interessant ist die Skizze von der geographischen Verbreitung.

Die nordischen Bienen erfuhren eine abermalige Bearbeitung durch Thomson und sind als 2. Theil von dessen *Hymenoptera Scandinaviae* zu Lund erschienen. Die Diagnosen und ausführlichen Beschreibungen sind lateinisch geschrieben, die übrigen Notizen in schwedischer Sprache. Auch er berücksichtigt den Bau der männlichen Genitalien und bildet viele davon ab. Er versucht es zum ersten Mal die Hummeln in Gruppen zu vereinigen, ein, meiner Ansicht nach, sehr schwieriges Unternehmen. Ich halte z. B. den Bau der Genitalien nicht für geeignet um danach Unterabtheilungen zu bilden. So haben *hypnorum* und *pratorum* fast gleichen Bau, zwei Arten, die sich sonst sehr entfernt stehen. Thomson's Synonyme sind, wie bereits Kriechbaumer richtig bemerkt, mit etwas Vorsicht aufzunehmen. Bedenklich ist es z. B. *equestris* mit *pomorum*, *consobrinus* mit *opulentus* zu vereinigen.

Das neueste Werk über Bienen, die 2. Auflage des Smith'schen Werkes habe ich bereits erwähnt.

---

### Lebensweise.

Jedermann kennt wenigstens die dicken und plumpen Weibchen der Hummeln, die besonders im Frühling selbst bei trüber Witterung mit tiefem Gebrumm von Blüthe zu Blüthe eilen, vom frühen Morgen bis zum Abend geschäftig. Die Biene, Hummel,

Wespe und Ameise, sind ja die einzigen Hymenopteren, die auch dem Laien allbekannt sind, wenn er auch die letzteren wegen der flügellosen Arbeiter keineswegs zu den ersteren gehörig betrachtet. Unter Bienen versteht man im gewöhnlichen Leben meist bloß die Honigbiene, in der Wissenschaft jedoch gehören zu den Bienen alle Hautflügler, die einen eingliedrigen Schenkelring und breitgedrücktes erstes Tarsenglied (Ferse) besitzen. Die Hummel ist mithin eine Biene. Nach ihrer Lebensweise zerfallen die Bienen in 3 Classen: 1) Gesellige Bienen, 2) Einsame Sammelbienen und 3) Schmarotzerbienen. Am höchsten stehen die ersteren, weil sie aus geordneten Thierstaaten bestehen. Sie zerfallen wieder in dauernd und einjährige gesellige. Während bei den ersteren der Staat den Winter hindurch dauert und ein Alter von vielen Jahren erreichen kann, löst sich derselbe bei den letzteren im Spätherbst auf und nur einzelne befruchtete Weibchen überdauern ihn um im kommenden Frühling den Grund zu einem neuen Nest zu legen. Wie bekannt ist der Staat der Honigbiene ein dauernder (ebenso der der Ameisen), die Hummeln dagegen gehören zu den einjährig geselligen Bienen (ebenso die geselligen Wespen). In allen diesen Thierstaaten kommen zu bestimmten Zeiten dreierlei Formen vor, Weibchen (♀), Männchen (♂) und Arbeiter (♀). Da die letzteren bloß verkümmerte Weibchen sind, so kann man von dreierlei Geschlechtern nicht reden. Wie bekannt, sind derartige verkrüppelte Weibchen (Arbeiter) im Stande, ohne vorhergegangene Befruchtung durch sogenannte Parthenogenesis Eier zu legen, aus denen sich aber bloß Männchen entwickeln, eine Erscheinung, die bei zahlreichen anderen geselligen und ungeselligen Hautflüglern auftritt und nach den Beobachtungen Leuckart's bei Wespen, Hummeln und Ameisen geradezu Regel ist, bei der Honigbiene nur ausnahmsweise vorkommen soll. Die Parthenogenesis scheint überhaupt weiter verbreitet zu sein, als man anfangs glaubte, wie sie ja auch bei Schmetterlingen, namentlich bei der Gattung *Psyche* und mehreren anderen Sackträgern beobachtet worden ist. Man vergleiche hierüber:

- C. Th. v. Siebold, Wahre Parthenogenesis bei Schmetterlingen u. Bienen. Leipzig, 1856. 8. m. Kpfr.
- R. Leuckart, Zur Kenntniss des Generationswechsels und der Parthenogenesis bei den Insekten. Frankfurt 1858. 8. m. Kpfr.
- C. Th. v. Siebold, Beiträge zur Parthenogenesis der Arthropoden. Leipzig 1871. 8. m. 2 Kpfrt.

Zahlreiche Schriften handeln über die Naturgeschichte der Honigbiene, aber auch die der Hummeln ist ziemlich genau erforscht worden. Von älteren Autoren ist, wie bereits bemerkt, nächst Réaumur besonders P. Huber zu nennen, dessen gründlichen Untersuchungen die neueren, wie Dahlbom, Smith und Shuckard, nur Weniges hinzugefügt haben.

Während der Staat der Honigbiene aus 30,000 und noch mehr Individuen bestehen kann, finden sich in einem Hummelnest höchstens mehrere Hunderte. Die Anzahl ist für die einzelnen Species verschieden. *Bombus terrestris* baut die grössten Nester. Smith fand in einem solchen 107 ♂, 56 ♀ und 180 ♀. Ueberhaupt gilt als Regel, dass die Hummeln, die unter der Erde bauen, stärkere Staaten bilden, als die über der Erde nistenden. So hat nach *terrestris*, *B. hortorum* und *lapidarius* die stärksten Bestände, während die Nester von *muscorum* und besonders *Rajellus* sehr schwach bevölkert sind. Die Nester sind an verschiedenen Oertlichkeiten zu finden, wovon manche Species ihren Namen erhalten haben. Die unter der Erde und Steinen nistenden Hummeln benutzen als Unterlage meist ein Genist von Moosen, Halmen, Blättern u. s. w. und gebrauchen den Erdboden als Decke. Die auf der Oberfläche bauenden hüllen das ganze Nest meist in lockeres Moos oder kurze Halme, sodass ein lockerer Klumpen entsteht, ähnlich einem Mausenest, in das ein Eingangsloch führt. Zuweilen kommen eigenthümliche Nester vor. So erzählt Smith, eine braune Hummelart habe aus einem Stalle kurze Pferdehaare herausgeholt und damit ihr Nest in das Gras gebaut. Ebenderselbe erzählt einen Fall, den Dr. William Bell beobachtet hat. Während des Sommers 1854 baute ein Rothkelchen sein Nest in den Vorraum seines Hauses zu Putney. Bald darauf nahm eine Hummelart, nach der Beschreibung wahrscheinlich *B. pratorum*, Besitz vom Neste. In der 2. Auflage seiner „Bees of Great Britain“ erzählt Smith ferner, dass bei Holmbusch, in der Nähe von Brighton ein *B. muscorum* L. in einem Zaunkönigs-Nest seine Zellen zwischen den Eiern angelegt habe. Schenck erhielt das Nest von *B. sylvarum*, welches zwischen dem Moos eines verlassenen Eichhornnestes auf einer hohen Fichte angelegt war. Ich weiss mich noch sehr wohl aus meiner Gymnasiastenzzeit in Rudolstadt zu erinnern, dass, als ich einst in einer dichtverfilzten Fichtenhecke, wie man sie zu Einfassungen benutzt, ein Hänflingsnest fand und hineingriff, ich erschreckt zurückfuhr, weil es unter meinen Fingern eigenthümlich summte und zu leben schien. Bei

näherer Untersuchung fand ich dann, dass ein Hummelnest darin befindlich war, wahrscheinlich ebenfalls von *B. sylvarum*. Dieses Jahr brachten mir unsere Zöglinge ein Nest von *B. variabilis*, das in einer hohlen Weide angelegt und mit lauter Mulmstückchen bedeckt war. Hier in Gumperda werden zumal baufällige Scheuern sehr oft von Hummeln aufgesucht. Besonders *B. agrorum* baut mit Vorliebe zwischen mit Lehm ausgefülltes Fachwerk hinein, auch *lapidarius* bringt seine Nester zuweilen ziemlich hoch in Gebäuden an.

Die Männchen sterben im Spätherbst, ebenso fast stets die Arbeiter und die kleineren Weibchen<sup>1)</sup>. Die grösseren, befruchteten Weibchen dagegen suchen sich einen geschützten Ort unter der Erde oder Moos, oder in hohlen Bäumen u. s. w., wo sie den Winter in Erstarrung zubringen. Nach Smith verbringen sie niemals den Winter im alten Nest. Dieses ist zu dieser Zeit stets verlassen. Auch ich habe niemals im Winter ein Weibchen im Nest angetroffen, es ist mir überhaupt sehr selten geglückt beim Suchen nach anderen Insekten oder Cryptogamen während dieser Jahreszeit ein solches aufzufinden. Mit dem kommenden Frühling erwachen die Weibchen aus ihrem Winterschlaf und kriechen hervor um jedes einen neuen Staat zu gründen. Mithin sieht man im Frühling blos grosse Weibchen umherfliegen. Schön sagt Smith: No one, who loves to watch Nature in all her varied guise, can have failed in early spring, when the catkins are first found on the willow, to notice the loud hum of the females of different species of *Bombi*; and in May, when the horse-chestnut blooms, from the break to the close of day the hum of these industrious bees is unceasing. — Zuerst erscheint hier in Thüringen die Erdhummel (*B. terrestris*), die zuweilen schon Ende März, in Menge aber im April erscheint und mit Vorliebe die blühenden Stachelbeerbüsche aufsucht. Sie verschwindet auch am frühesten wieder. Mitte April erscheinen dann *hypnorum*, *agrorum* und *pratorum*, in kalten Jahren erst gegen das Ende dieses Monats. Das früheste Erscheinen von *B. hortorum* ist mir der 10. April gewesen. Dies war in der warmen Gegend von Blankenburg. Gewöhnlich er-

---

<sup>1)</sup> Dass auch Arbeiter überwintern, beobachtete ich im Frühjahr 1877. In den ersten warmen Tagen zu Anfang April fing ich Arbeiter von *Bombus agrorum* F. und zwar sehr kleine Exemplare. Dieselbe Erscheinung kam mir mit *B. soroënsis* F. vor. Ob solche Arbeiter im Stande sind, einen Staat zu gründen, bleibt die Frage; ich für meinen Theil glaube es.

scheint diese Hummel erst Ende April. Erst in der zweiten Hälfte des Mai und im Juni erscheinen *lapidarius*, *Rajellus*, *soroensis*, *pomorum*, *muscorum*, *variabilis* und *sylvarum*. Wie in kalten Jahren die Flugzeit hinausgerückt wird, so erscheinen auch die Hummeln an höher gelegenen Orten später. Während *B. pratorum* in den Thälern schon in der ersten Hälfte des April erscheint (mein frühestes Exemplar vom 8. d. M.), traf ich denselben bei dem hochgelegenen Dorfe Braunsdorf oberhalb Blankenburg noch in der letzten Hälfte des Mai fast ganz frisch. Leider konnte ich als Einzelner keine eingehenden Beobachtungen darüber anstellen, die sicherlich sehr interessant sein würden.

Sofort nach dem Erwachen beginnt das Weibchen sich nach einem passenden Platz zur Anlegung des Nestes umzuschauen. Die unter der Erde nistenden Hummeln graben sich wohl äusserst selten selbst Höhlen, meist benutzen sie die Löcher von Mäusen, Maulwürfen und anderen Thieren. Eine interessante Notiz gibt Shuckard über den Nestbau der Mooshummeln: To construct the nest, when in full activity, the bees form a chain, one behind the other, extending from the growing material to the entrance of their passage to the nest, all their heads being turned towards the moss and their backs to the nest. The first bites off the raw material, rolls it and twists it, and passes it to the second, by whom and the succeeding ones it undergoes further manipulation, and where the chain terminates at the commencement of the passage another bee receives it and conveys it along this into the interior, and then applies it itself or passes it to others thus employed where it is required.

Die vorstehende Schilderung greift etwas vor und bezieht sich bereits auf die Zeit, wenn das Weibchen von den jungen Arbeitern unterstützt wird. — Das Nest hat anfangs nur geringe Dimensionen, wenige Zellen, in die das Weibchen, bevor es die Eier hineinlegt, etwas Blumenstaub bringt, den sie, damit die jungen Larven Platz haben, an die Zellenwände streicht. Eine jede Zelle enthält mehrere (5—8) Eier. Das Weibchen besorgt also anfangs alle Geschäfte allein, ganz verschieden von der Bienenkönigin, die bekanntlich blos Eier legt und sich um andere Arbeiten gar nicht bekümmert. Nach 4—5 Tagen kriechen die Larven aus, und zwar entwickeln sich aus denselben blos Arbeiter. Die Larven selbst sind gelblich, fusslos<sup>1)</sup>, mit hartem, braunen Kopf und liegen

<sup>1)</sup> Im Embryo ist eine Anlage der Beinpaare auf den 3 vordersten Leibessegmenten vorhanden, wie die Untersuchungen Bütschli's

gekrümmt in den Zellen, wie alle Bienenlarven. Anfangs verzehren sie den in ihren Zellen aufgespeicherten Blütenstaub; dem somit hervorgerufenen Nahrungsmangel hilft das alte Weibchen dadurch ab, dass es die Zelle an der Spitze zernagt und Blütenstaub und Honig in sie ausbricht, worauf es dieselbe wieder schliesst. Die durch das Wachsen der Larven ausgedehnten und zersprengten Zellen bessert das Weibchen aus, indem es die Spalten mit Wachs ausfüllt, sodass anfangs kleine Zellen schliesslich die Grösse einer Walnuss erreichen können. Nach der Ansicht einiger älterer Naturforscher z. B. Swammerdam bestehen die Zellen selbst aus dem Futterteige und dienen den Larven zur Nahrung indem das Weibchen und später die Arbeiter jedes Loch mit neuem Futterteig verschliessen. Bekanntlich aber verhungern die Larven im Herbst, wenn die Arbeiter nach und nach zu Grunde gehen, innerhalb der Wachszellen, die ihnen also nicht zur Nahrung dienen können. Sind die Larven ausgewachsen, so spinnen sie sich innerhalb der Zellen ein und werden zur Puppe oder Nymphe. Anfangs liegen die Larven kreisförmig in der Zelle, vor ihrer Verwandlung richten sie sich jedoch auf, den Kopf nach oben. In jeder Zelle entstehen also mehrere, meist 5—8 Cocons, die ohne alle Ordnung eng an einander gesponnen werden. Werden dann von den Arbeitern die eigentlichen Zellen abgetragen, so erscheinen die Kuchen ausserordentlich unregelmässig. Sobald das Weibchen beim Zernagen der Zelle auf den Cocon stösst, nagt es nicht weiter, entfernt aber dafür die Wachsdecken vom Gespinnst, damit das vollkommene Insekt leichter ausschlüpfen kann. Wie lange der Nymphenzustand dauert ist wohl nicht ganz genau festzustellen; Dahlbom gibt 5 Tage an, ich habe die Zeit sehr verschieden gefunden, zu Hause gezogene Arbeiter schlüpften erst nach 14 Tagen aus. Huber pag. 273 sagt: *C'est dans ces coques oblongues que les vers passent à l'état de nymphes; qu'ils perdent la peau ou la robe, dont la nymphe était recouverte, et qu'ils se montrent sous la forme de Bourdon; il ne leur manque que la couleur, la force et le mouvement: au bout de quinze jours ils ont acquis tous ces avantages, ils sont des insectes parfaits.* Hat vielleicht Dahlbom cinq für quinze gelesen?

Die Mutter hilft den auskriechenden Arbeitern durch Zernagen des oberen Theiles der Zelle. Anfangs ist ihr Kleid einfärbig grau

---

über die embryonale Entwicklung der Biene (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XX, S. 519) dargethan haben.



und die Haare liegen an. Solche unausgefärbte Arbeiter habe ich regelmässig in ausgegrabenen Nestern frei umherlaufend gefunden. Es dauert einige Tage ehe sie ihre bunte Färbung erlangen. — Die ersten ausgekrochenen Arbeiter werden nun treue Gehülfinnen der Mutter, gleich unermüdlich wie sie. Wenn Schenck sagt, dass das Weibchen von nun an nicht mehr ausflöge, sondern blos noch an den Geschäften im Nest Theil nähme, so glaube ich, ist das nicht wörtlich zu nehmen. Ich habe gerade in diesem Jahre mehrere ganz abgeschabte Weibchen von *B. terrestris* im Freien gefangen, ein altes ganz abgeflogenes Weibchen von *B. ruderatus* traf ich sogar noch Anfang August ausserhalb des Nestes. Gemeinschaftlich mit der Mutter besorgen nun die jungen Arbeiter den weiteren Aufbau des Nestes und den übrigen Haushalt. Sie bauen über die Zellen eine Wachsdecke, die sie bei Nestern an der Oberfläche der Erde obendrein noch mit Moos, Halmen u. s. w. schützen; in gleicher Weise schützen sie das Nest an den Seiten durch Wände von Wachs. Diese Wachsdecken fehlen jedoch auch nicht selten. Sie füttern vor allen Dingen die Larven, vergrössern die Zellen, tragen das Wachs ab, wenn die Larven sich eingesponnen haben und verwenden es zu anderen Zwecken. Ueber die Anzahl der Zellenlagen selbst ist die Ansicht verschieden. Dahlbom sagt: *Super primum sive infimum favum construitur secundus, super secundum tertius et sic porro; quorum singulos cum finitimis columellae conjungunt.* Nach ihm kommen also mehrere Schichten vor. Schenck dagegen behauptet, dass sich in einem Nest meist blos eine Lage Zellen findet und dass nur selten 2 Lagen über einander vorkommen. Aus den zahlreichen Hummelnestern, die ich im Laufe der letzten Jahre untersucht habe, habe ich ersehen, dass schwach bevölkerte Colonien z. B. *agrorum*, *sylvarum* u. s. w. meist blos eine Schicht Zellen bauen, Nester jedoch mit zahlreichen Individuen meist mehrere Schichten über einander besitzen, die aber keineswegs mit jener Regelmässigkeit erbaut sind, auf die man leicht aus der Darstellung Dahlbom's schliessen könnte, sondern meist klumpen- oder traubenartig aussehen. Besonders habe ich meist eine horizontale Bauart vermisst, was zumal dann besonders auffallend ist, wenn die Wachswände abgetragen sind und die Cocons ausserordentlich unregelmässig erscheinen, was sicherlich zu dem später zu erwähnenden Streit über das Auskriechen des vollkommenen Insekts Veranlassung gegeben hat. Die Zellen stehen nicht dicht neben einander, haben also auch nicht gemeinschaftliche Scheidewände, wie die der Honigbiene, son-



dem ähneln eher kleinen und grossen Fingerhüten, die sich meist bloß an der Basis berühren, oft aber auch bis zur Spitze hinauf verbunden sind, namentlich ist dies bei den Arbeiterzellen der Fall. — Haben die Larven sich eingepuppt, so tragen die Arbeiter das Wachs aussen ab und benutzen es zum Aufbau neuer Zellen. Somit stehen dann die gelben Cocons frei. Sie sind so steif und fest wie der Cocon einer Seidenraupe und schwer zu zerreißen. Meistens stehen zwischen den Brutzellen noch offene Zellen, die mit Honig und Pollen gefüllt sind. Sind die Cocons von den ausgeschlüpften Hummeln verlassen, so werden sie von den Arbeitern zu anderen Zwecken benutzt. Zunächst wird der durchfressene Rand glatt abgenagt; meist wird dann das fehlende Stück durch einen neuen Aufbau ersetzt, der entweder oben weit offen ist oder sich verengt, was zuweilen vermittelt eines Wachsringes erreicht wird. Die Zwischenräume zwischen mehreren Zellen werden in gleicher Weise nicht selten zu einem Behälter umgewandelt durch Aufsetzung eines Randes. Alle diese Räume werden vorher geglättet und mit Wachs ausgestrichen und dann als Vorrathskammern für Honig und Pollen benutzt, oder wohl auch sie werden in Streifen zerbissen und in die Umhüllung des Nestes mit eingemengt.

So erscheinen im Frühling und Anfang Sommers bloß Arbeiter, erst dann treten die Männchen und Arbeiter auf. Réaumur und Huber sind die ersten, welche die Parthenogenesis bei den Hummeln beobachteten, die man zwar schon von den Blattläusen kannte, wo sie bereits De Geer bekannt war, bei den Hymenopteren aber noch nicht beobachtet hatte. Ueber das Nächste herrscht noch etwas Dunkel. Es handelt sich um die Frage, von wem rühren die Eier für die später erscheinenden Männchen und Weibchen her. Alle Beobachtungen über Parthenogenesis bei Hymenopteren haben ergeben, dass aus unbefruchteten Eiern stets nur Männchen hervorgehen. Die später erscheinenden grossen Weibchen können also bloß von der Stammutter herrühren. Da sie nach meinen Beobachtungen mit Ausnahme von *B. pratorum* nie vor Ende August erscheinen und die ganze Metamorphose etwa 25—30 Tage in Anspruch nimmt, auch das vollkommene Insekt meist einige Tage im Nest verweilt, ehe es ausfliegt, so muss die Mutter wenigstens bis Ende Juli leben, wohl auch noch länger. Dies stimmt mit der Wirklichkeit überein, denn in Nestern von *B. variabilis* fand ich das alte Weibchen noch im August, und, wie bereits erwähnt, ebenso *B. ruderatus* ♀ noch ausserhalb des Nestes. Dahl-

bom drückt sich sehr allgemein aus über die Zeit des Absterbens, er sagt: *Femina illa, ex qua gens originem ducit, postquam numerum cellularum, in quibus ova deposuit, justum paravit, e vita discedit.* Dass die im Herbst erscheinenden grossen Weibchen aus gleichen Eiern mit den Arbeitern erzogen werden, steht wohl fest, da sie nicht scharf von letzteren getrennt sind, indem vor ihrem Erscheinen erst kleinere Weibchen fliegen, die man wohl auch grosse Arbeiter nennt. Wahrscheinlich wird die verschiedene Grösse durch die Menge des Futterbreies erzielt, wie es ja auch Gundelach von den königlichen Larven der Honigbiene behauptet. — Gleichzeitig mit den Weibchen erscheinen auch die Männchen. Sind sie Kinder der Stammutter oder der Arbeiter, oder beider zugleich? Die Frage ist nicht bestimmt zu beantworten. Nach Dahlbom legt die Stammutter auch männliche Eier, denn er sagt: *Femina illa magna et vetusta seu mater familiae, ante finem auctumni anni praeteriti a maribus foecundata, ova vere anni sequentis parit, quae embryones omnis sexus continent.* Freilich ist es sehr bedenklich, wenn er sagt, die Eier würden im Frühling gelegt, da die Männchen doch erst Mitte Sommer zum Vorschein kommen. Er hat seine Notiz jedenfalls von Huber, welcher pag. 285 sagt: *C'est au commencement du printemps que les grandes femelles pondent les oeufs qui doivent donner des ouvrières et des mâles, mais elle pondent plus tard ceux qui doivent donner des mères aux peuplades futures.* Legt das alte Weibchen wirklich männliche Eier, so kann sie dieselben bloß später legen, denn im Falle auch die Metamorphose der männlichen Larven, wie bei der Honigbiene, eine längere Zeit in Anspruch nimmt, so kann sie doch nicht so sehr differiren. Es läge denn derselbe Fall vor, wie bei der Bienenkönigin, dass nämlich das Weibchen im Stande ist, nach Belieben befruchtete und unbefruchtete Eier zu legen, aus deren letzteren dann die Männchen hervorgehen würden. Anzunehmen, dass auch aus befruchteten Eiern Männchen entstehen könnten, würde allen an Hymenopteren gemachten Beobachtungen widersprechen. Das wäre der eine Fall. Leuckart ist geneigt, den entgegengesetzten anzunehmen. Er hält es für möglich, dass die Männchen bloß von Arbeitern, nicht von der Mutter, herrühren. Dass dieselben Eier legen, ist durch zahlreiche Beobachtungen festgestellt. Bereits Réaumur und Huber wissen es, doch scheint der letztere noch nicht recht im Klaren gewesen zu sein. Es klingt sehr bedenklich, wenn er pag. 285 sagt: *Toutes les ouvrières qui naissent au printemps ne sont pas*

neutres, comme on l'a cru jusqu' à présent; il en est de fécondes; on en voit plusieurs dans chaque nid. Elles sont entourées dès leur naissance d'un petit nombre, de mâles provenus des oeufs de la mère commune; ces mâles les fécondent dès le mois de Juin, elles pondent bienôt après, et ce qui est bien remarquable, c'est qu'elles n'engendrent que des mâles. Ich kann nicht glauben, dass diese Arbeiter von Männchen befruchtet werden, denn dem stehen die Untersuchungen Leuckart's entgegen. Auch die frühe Existenz der Männchen nach Huber ist sehr fraglich. Alle späteren Autoren stimmen mit mir überein, dass die Männchen erst im Sommer und Herbst erscheinen, mit Ausnahme des pratorum, das schon im Juni fliegt. Mit Huber übereinstimmend ist blos Shuckard's Notiz: Males and further productive females are produced later in spring and are smaller than the normal sizes of thore sexes. Mir will es scheinen als habe Shuckard blos Huber's Angaben citirt. Dass auch die ganz kleinen Arbeiter Eier legen geht aus späteren Beobachtungen Huber's hervor. Er erzählt in seinem Tagebuche vom 30. Juli 1796: Un des plus petits individus de la peuplade, à mon grand étonnement, vient de construire une cellule de cire, où il a pondu 2 oeufs, en faisant sortir son aiguillon au travers de la cellule. Dahlbom ist ungenau; er vermengt die eigentlichen Arbeiter mit den später erscheinenden sogenannten kleineren Weibchen. Er sagt an der einen Stelle: *Feminas minores, mensibus Junio et Julio exclusas, licet non foecundatas, ova parere masculina pluries observarunt et Réaumur et Huber*. Später sagt er: *Feminae minores, quae filiae sunt vetustae matris, excluduntur verno tempore multo antequam mares proveniunt, unde ab his nullo modo foecundari possunt; attamen, etsi non foecundatae, pariunt ova, in quibus embryones tantum masculi continentur*. Die letzte Stelle passt blos auf die eigentlichen Arbeiter, die erstere auf die kleineren Weibchen, welche mit den Männchen zusammen meist im Juli und August erscheinen. Wie man sieht widerspricht auch Dahlbom der Angabe Huber's, dass bereits im Frühling Männchen zum Vorschein kommen, die die Arbeiter befruchten.

Dass die Arbeiter auch wieder Arbeiter oder Weibchen hervorbringen, ist wohl nicht der Fall, denn obwohl sie nicht, wie die Bienen und wahrscheinlich auch Ameisen, vom anatomischen Standpunkt einer Begattung und Befruchtung unfähig sind, so hat doch Leuckart nie unter mehreren Hunderten von Arbeitern ein befruchtetes Individuum angetroffen. Auch Huber hat aus Eiern

von Arbeitern nur Männchen entstehen sehen. Wahrscheinlich legen auch die später erscheinenden kleineren Weibchen (grosse Arbeiter) männliche Eier, wie es ja auch Dahlbom an der eben angeführten Stelle behauptet, da man noch sehr spät im Jahre frische Männchen umherfliegen sieht, die freilich auch von kleineren Arbeitern herrühren können. — Es bliebe noch der dritte Fall übrig, dass sowohl die Stammmutter als auch die Arbeiter Männchen hervorbringen, ein Fall, wie er auch bei der Honigbiene vorkommt (Königin und sogenannte Drohnenmutter) und der sehr viele Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Während das Weibchen die Arbeiterzellen, ehe sie die Eier hineinlegt, mit Blütenstaub und Honig zum Futter für die auskriechenden Larven versieht, enthalten die Zellen, in welche die Eier für Männchen und Weibchen gelegt werden, keine Nahrung. Falls ein bestimmter Grund vorliegt, so verhält sich die Sache wohl so, wie sie Huber pag. 264 angibt: Les Bourdons ne préparent jamais de pollen dans les cellules qui doivent servir de berceau aux mâles et aux femelles; les uns et les autres ne naissent ordinairement qu'au mois d'Août et de Septembre; les ouvrières paraissent dès les mois de Mai et de Juin. (Widerspruch mit der oben angeführten Stelle.) Quelle peut être la raison de la différence des soins que les ouvrières donnent aux mouches de trois sortes? Ce n'est qu'il y ait moins de pollen sur les fleurs au mois d'Août qu'il n'y en a au mois de Juin; car les ouvrières en apportent tous les jours, dans les mois d'Août et de Septembre et d'ailleurs elles ont fait des provisions considérables à cette époque: mais voici l'explication que je pourrais donner de cette négligence apparente. Le nombre des ouvrières est beaucoup plus grand au mois d'Août qu'il ne l'est au mois de Mai; à peine trouve-t-on au printemps quelques ouvrières dans les nids des Bourdons; la mère commence alors à n'être plus solitaire; dans les mois d'Août et de Septembre, au contraire, leur nombre est très-considérable. Les vers qui sont nés dans les mois de Mai et de Juin courraient le risque de manquer de nourriture s'ils n'avaient pas de provisions dans leurs cellules; car le petit nombre des ouvrières ne permettrait peut-être pas qu'elles apperçussent le moment où ils éclosent, et celui où ils ont besoin d'aliments, tandis qu'à la fin de l'été leur nombre peut suffire à surveiller et à nourrir tous les vers. La Nature devait donc pourvoir au défaut du soin des ouvrières dans le temps où elles sont en plus petit nombre; mais cela était moins nécessaire à la fin de

la saison, quand les soins et les secours étaient plus faciles à obtenir.

Die Erscheinungszeit der Männchen und Weibchen fällt in die letzte Periode des Staates, in den Hoch- und Spätsommer. Auffallend früh zeigen sich die ♂ und ♀ von *B. pratorum*. Nach Smith erscheinen die Männchen dieser Species bereits in der dritten Woche des Mai. So früh trifft man sie jedoch in Thüringen nicht, ich fand sie gewöhnlich erst Ende Juni und Anfang Juli. Die Weibchen fliegen bereits ebenfalls Anfang Juli. Von den übrigen Arten fliegen die Männchen gewöhnlich vom August bis spät in das Jahr hinein, die grossen Weibchen immer später, meist nie vor der letzten Woche des August. Man darf sich nicht irre leiten lassen, da von manchen Arten z. B. *variabilis*, die alten Weibchen bis ziemlich spät in den Sommer hinein vorkommen. S. • besitze ich ein Exemplar von *variabilis* vom 16. Juli, das noch ziemlich frisch aussieht. Die Männchen fliegen fast blos auf Blumen, besonders die Distelblüthen sind Lieblingsplätze für sie, ebenso auch Kleeäcker. Selten kehren sie in das Nest zurück, doch hat es Smith mehrmals, Kirby einmal bei *B. lapidarius* beobachtet. Die meisten sind ausserordentlich träge, fliegen auch schwerfällig und mit tieferem Gebrumm. Um die Weibchen scheinen sie sich nur wenig zu bekümmern. Shuckard gibt eine eigenthümliche Art und Weise an, wie die Weibchen im Herbst die Männchen an sich locken: „In their amours, the autumnal females evince considerable coquetry to attract their partners; they place themselves upon some branch in the most fervid sunshine and here they practise their cajoleries in the vibrations of their wings and allure them by their attractive postures.“ Ich habe etwas Derartiges nie beobachtet, ich habe die Weibchen im Herbst blos auf Blüthen angetroffen. Auch kein anderer Autor berichtet etwas davon. Im Freien habe ich die copula äusserst selten beobachtet, auch Andere haben blos wenige Male dazu Gelegenheit gehabt. Auffallend ist daher die Behauptung Dahlbom's: *Copulatio in floribus haud raro observata, plerumque extra nidum peragitur*. Ich bin vielmehr mit Smith geneigt anzunehmen, dass sie meist innerhalb des Nestes stattfindet. Die erwähnte Trägheit der Männchen ausserhalb des Nestes deutet schon darauf hin. Ferner sieht man im Verhältniss zum Frühling viel weniger Weibchen im Herbst fliegen. Während dieselben im Frühling überall und in grossen Mengen zu finden sind und Jedermann auffallen, sind sie im Herbst nur einzeln und an gewissen Orten gar nicht zu entdecken, ich

habe sie wenigstens bloß auf Kleeäckern in grosser Anzahl finden können. Sicherlich verlassen daher viele im Herbst das Nest sehr wenig, sondern werden daselbst befruchtet und suchen von da aus ihre Plätze zur Ueberwinterung. Ich habe direkt nicht bei *Bombus* wohl aber bei *Psithyrus rupestris* beobachtet, wie die neu ausgekrochenen Weibchen, nachdem sie das Nest verlassen hatten, gar nicht flogen, sondern wie betäubt auf dem Boden umherkrochen und Schutzorte aufsuchten. — Die im Frühling gefangenen Weibchen sind meist tadellos, besonders der Flügelsaum ist noch nicht zerrissen. Dies könnte der Fall nicht sein, wenn dieselben Hummeln bereits im Herbst geraume Zeit geflogen wären, denn ich besitze Weibchen von verschiedenen Arten aus der vorletzten Woche des September, die schon ziemlich abgeflogen sind. Die im Frühlinge fliegenden, tadellosen Weibchen können mithin im Herbst wenig oder gar nicht geflogen sein und viele derselben würden nicht befruchtet werden, wenn die copula nicht auch im Neste stattfände. Meine Ansicht scheint auch Shuckard zu theilen. Er sagt dasselbe, zwar nicht von *Bombus*, aber von *Apathus* (*Psithyrus*): The female *Apathi* then (in autumn) resort to the nests of the *Bombi* whence they have issued, and lay themselves up in their winter dormitory. That this must take place speedily after impregnation is rendered almost conclusive by the fine state in which their pubescence appears in the spring, which would be tarnished did they loiter about visiting flowers previous to their return home. — Gleich den Männchen scheinen auch die im Herbst ausgeflogenen Weibchen das Nest wenig oder gar nicht wieder aufzusuchen. Wenn Huber pag. 294 angibt, dass er die jungen Weibchen im Herbst habe Pollen sammeln sehen, so bezieht sich dies bloß auf die zuerst zum Vorschein gekommenen z. B. Ende August, ebenso auf die sogenannten kleinen Weibchen. Ende September und October habe ich kein einziges Weibchen gefunden, welches Pollen sammelte. Die Körbchen waren stets ganz rein, auch suchen sie fast bloß Kleeblüthen auf, wo sie bloß Honig erlangen können. Was sollten sie also im alten Nest thun? Von der Thätigkeit, die sie im Frühling und Sommer entwickeln, ist im Herbst keine Spur zu entdecken. Sie fliegen nur ungern, zumal die grösseren Arten, wie *terrestris*, *rupestris*, *lapidarius* u. a., die oft stundenlang, selbst bei schöner Witterung, träge an derselben Blume hängen. Aus Allem geht hervor, dass der Herbst nicht zu ihrer eigentlichen Lebensthätigkeit gehört.

Je weiter der Herbst vorrückt, desto mehr stockt das Leben



im Hummelstaate. Die alte Stammutter ist gestorben, die Männchen haben das Nest verlassen um ihre kurze Lebenszeit auf Blumen zu verträumen, einzelne Weibchen befinden sich noch darin, andere geniessen draussen die letzten schönen Herbsttage, die Arbeiter liegen zwar noch eifrig ihren Geschäften ob, aber es fehlt der einheitliche Plan. Nach und nach von der Kälte erstarrt sitzen die Arbeiter trunken in Gesellschaft der Männchen an den letzten Distel- und Kleekeöpfen, oft durchnässt vom Thau der Nacht; sie kehren nicht mehr in das Nest zurück und eintretender Reif tödtet sie vollends. Die Larven in den Zellen bekommen keine Nahrung mehr und verhungern. Die grossen Weibchen verkriechen sich um nach vollbrachtem Winterschlaf, mit dem neuen Frühling ein neues Leben zu beginnen und einen neuen Staat zu gründen.

Es bleibt mir noch übrig einige interessante Notizen aus dem Leben der Hummeln hinzuzufügen, die ich, um das Gesamtbild etwas gedrängter und übersichtlicher zu geben, oben nicht eingeflochten habe. —

Eigenthümlich ist die Art und Weise, wie nach Huber (Dahlbom berichtet dasselbe, hat es aber jedenfalls von Huber entlehnt) das Weibchen Eier legt. Ist die Zelle fertig und mit dem nöthigen Futterbrei ausgestrichen, so versucht es den Hinterleib in die Zellenmündung hineinzuzwängen. Gelingt dies nicht, so wird dieselbe durch Abnagen des inneren Randes erweitert. Da die Afterdecken so fest schliessen, dass der Austritt der Eier unmöglich gemacht wird, sieht sich das Weibchen zu einem höchst merkwürdigen Verfahren genöthigt. Es durchsticht die Zellenwand von innen nach aussen mit dem Stachel und befestigt denselben, damit er nicht zurückweicht, an der Aussenseite der Zelle vermittelst der Hintertarsen mit Wachs, drückt dann den After nach hinten oder oben, wodurch, weil die untere Decke durch den Stachel festgehalten wird, eine so grosse Oeffnung entsteht, dass die 5—8 Eier, welche auf die einzelne Zelle kommen, leicht austreten und in die letztere fallen können. Ich habe etwas Bedenken noch gegen diese Darstellung. Ist eine Hummel gereizt und sucht zu stechen, so ist, wie man sich leicht überzeugen kann, über dem hervorstehenden Stachel der After weit geöffnet; die Hummel bedarf also nicht solcher eigenthümlicher Vorkehrungen um die Eier austreten zu lassen. Dass jedoch der Stachel eine Rolle beim Eierlegen spielt, ist wenigstens von der Honigbiene bekannt. Jedenfalls ist der Vorgang bei der Hummel, wegen des ähnlichen Baues, analog. Die Hummel stützt wahrscheinlich wie die Biene



beim Eierlegen den Stachel auf die Zellenwandung und die Eier werden von den den Stachel umgebenden Gebilden geleitet. Möglicherweise kann dabei der kräftige Hummelstachel die Wand durchdringen. — Nach Huber sollen die Arbeiter die frischgelegten Eier begierig aufsuchen und aussaugen, woran sie das Weibchen zu verhindern sucht, das dabei jedoch nie den Stachel, wohl aber die Zähne gebraucht. Grosser Streit herrscht darüber, wie die Nymphe im Cocon sitzt und daraus hervorkriecht. Der ausgezeichnete Beobachter Réaumur sagt: Les vers ont la tête tournée en bas dans leurs loges de soie et les jeunes Bourdons sortent de leurs coques par en bas, ou par dessous. Ueber diese Behauptung ist Huber sehr verwundert, denn er sagt pag. 279: Je ne comprends pas, comment ils l'auraient fait, puisqu'ils auraient toujours rencontré la terre, ou les gâteaux inférieurs; d'ailleurs lorsqu'on retourne un gâteau sens dessus dessous, les nymphes qui s'y trouvent enfermées deviennent noirâtres et périssent en peu de temps; mais quel usage auraient toutes ces coques, lorsque les Bourdons en seraient sortis par le bas? Ils n'auraient pas pu s'en servir pour y tenir leurs provisions, ils auraient été obligés de construire en cire un grand nombre de petits vases, ce qu'ils ne font que très-rarement. Je ne sais où cet observateur (Réaumur) a pu fonder cette conjecture; toutes les coques que j'ai vues dans mes nids de Bourdons étaient ouvertes par le haut, et elles ne l'étaient en dessous que lorsque les teignes, ou d'autres ennemis de ces insectes, venaient dévorer les nymphes dans leur asyle. Cependant Monsieur de Reaumur a vu, sans doute, les ouvertures de ces coques tournées en bas, car il l'a dit, et l'on ne peut douter de son exactitude. Il faut donc que ceux qui lui ont apporté des nids de Bourdons aient renversé leurs gâteaux; les ouvertures des coques auront été ainsi tournées en bas, et cet observateur aura pu prendre pour une disposition nécessaire ce qui n'était qu'un effet du hazard.

Auch Dahlbom stimmt mit Huber überein und meint Latreille, der auf Seiten Réaumur's steht, habe die Sache in Wirklichkeit gar nicht gesehen. — Nach meinen Beobachtungen kann ich wiederum Réaumur nicht ganz Unrecht geben, wenn ich auch weit davon entfernt bin zu behaupten, dass ein Auskriechen des vollkommenen Insektes durch den Boden des Cocons Regel wäre. Ich besitze ein Stück von einem Hummelnest, bei welchem die Cocons, namentlich die an der Seite, so unregelmässig sind, dass eine gleichmässige Lage der Nymphen gar nicht

denkbar ist und wo in der That einige Exemplare beim Oeffnen der Zellen den Kopf nach unten zeigten; andere hatten bereits versucht auf diesem Wege auszuschlüpfen, waren aber während dieser Arbeit zu Grunde gegangen.

Von den Hummeln, wie von allen Bienen, die einen Sammelapparat besitzen, werden zweierlei Stoffe eingesammelt: Blütenstaub und Honig. Den ersteren erlangt das Thier dadurch, dass es auf einer Blüthe sitzend durch reibende Bewegungen den Pollen auf sein dichtes Haarkleid zu bringen sucht, von dem es, denselben mit Hülfe der Schienen und Tarsen abbürstet und nach vorn zum Munde bringt. Die Mittelbeine haben desshalb eine abweichende Stellung, indem sie mehr nach vorn als nach hinten stehen und somit leichter nebst den Vorderbeinen gewissermaassen als Arme und Hände benutzt werden können. Im Munde wird der Blütenstaub gekaut und mit Honigsäften zu einem festen Teig geknetet, der wieder nach hinten transportirt und mit Hülfe der Mittelbeine auf die Körbchen der Hinterschienen als linsenförmiger Körper aufgedrückt wird. Dort wird er einestheils durch seine Klebrigkeit, andernteils durch die steifen Haare der Körbchen fest gehalten, bis ihn die Hummel zu Hause im Nest in eine Zelle, meist ein leeres Cocon, abstreift. Man trifft ihn von den verschiedensten Färbungen, je nach den Blüten, welche die Hummel aufgesucht hat, meist wachsgelb, aber auch schön orange, roth, grünlich und bläulich. Diese Masse aus Blütenstaub dient wie bei der Honigbiene als Nahrung für die Larven, zuweilen auch für die vollkommenen Insekten, keineswegs aber zur Bereitung des Wachses, wie so Viele geneigt sind zu glauben, die wohl gar meinen, die gesammelten Staubhöschen seien bereits fertiges Wachs. Selbst Réaumur befindet sich noch in diesem Irrthum.

Den Honig bereitet sich die Hummel wohl blos aus dem Nektar der Blumen, während die Honigbiene auch andere Quellen z. B. Blattläuse, Obst, Zuckerraffinerien u. s. w. benutzt. Ich habe wenigstens nie eine Hummel bei einer derartigen Beschäftigung entdeckt. Den Nektar holt sie mit Hülfe ihres langen Rüssels aus den Behältern der Blüten heraus und verarbeitet ihn mit Hülfe ihres Honigmagens zu dem eigentlichen Honig, den sie dann in bestimmte, oben offene Zellen ausbricht. Ist die Blüthe zu eng oder zu tief, sodass die Hummel mit dem Rüssel nicht bis auf den Grund gelangen kann, was namentlich bei gespornten Blüten, wie *Aconitum*, *Aquilegia*, *Salvia* etc. der Fall ist, so beisst sie oft von aussen ein Loch an die Blumenkrone um so zu den Nektarien

zu gelangen. Andere Insekten benutzen später diese Gelegenheit. — Der Honig dient besonders zur Bereitung des Wachses, seltener wird er als Speise benutzt. Interessante Experimente hat darüber Huber angestellt. Ich lasse ihn selbst reden: Je savais, que les Bourdons pouvaient se nourrir pendant quelque temps avec le pollen qu'on trouve dans leurs magasins. J'imaginai de les sevrer de miel; de leur donner autant de pollen que je pourrais m'en procurer; de les enfermer, et de leur donner un gâteau composé de quelques coques, qui ne continssent pas de cire. Ce plan fut exécuté; les Bourdons n'en firent point de cire pendant tout le temps qu'ils ne furent nourris que de pollen. Je crus pouvoir conclure de là, que le pollen ne leur avait servi que de nourriture dans cette circonstance, et qu'il n'avait pas été converti en cire dans leur estomac. — L'expérience suivante, l'inverse de la première, me prouva bien plus clairement encore, que la cire n'était pas du pollen préparé; elle prouve même que le pollen n'entrait pour rien dans la composition de cette matière, et que, par conséquent, Mr. de Réaumur avait supposé à la cire des Bourdons une origine qui ne lui convenait pas. J'enfermai d'autres Bourdons sous une cloche de verre, je leur donnai aussi un petit gâteau de coques degarnies de cire; je les sevrerai de pollen, et je les nourris de miel. J'observai dès le second jour, que les coques avaient changé de couleur depuis la cloture des Bourdons. Ces loges de soie, ordinairement d'un jaune clair, étaient devenues brunes au sommet, luisantes et gluantes; le lendemain je fus étonné de voir que la matière colorante avait été enlevée de dessus les coques de cire; et qu'elles étaient jaunes comme auparavant; mais le surlendemain je sus ce qu'elle était devenue, — je vis que les Bourdons en avaient fait un pot à miel sur le bord des gâteaux.

Je trouvai le jour suivant, que la femelle avait construit une cellule de cire neuve sur l'une des coques, et qu'elle y avait déposé des oeufs. — La matière dont elle avait été construite était parfaitement semblable à la cire ordinaire des Bourdons, excepté qu'elle était plus luisante, propriété qui tenait peut-être à ce qu'elle avait été produite depuis peu: cette expérience m'apprit non seulement que le pollen n'entrait pas dans la composition de la cire, mais elle découvrit que le miel était la matière première de cette substance, et qu'il se convertissait en cire par l'effet d'une élaboration particulière.

Mais était-ce la partie sucrée du miel ou quelqu' autre principe, qui avait produit dans le corps des Bourdons celle cire que je

trouvais sur leurs gâteaux? Il fallait une expérience directe pour le décider; je commençai par répéter la précédente, et j'obtins le même résultat. J'imaginai de nourrir ces mêmes Bourdons avec du sucre humecté, je leur donnai un autre gâteau, qui ne contenait aucune parcelle de cire. Je les tins enfermés sous une cloche de verre. Au bout de vingt quatre heures je vis distinctement le dessus du gâteau teint au brun; je ramassai avec la lame d'un canif la matière colorante; j'y reconnus bientôt la cire comme la première fois; cette substance exposée au feu par une lame de verre se fondait et coulait un peu, elle bouillit bientôt après, et laissa échapper une odeur désagréable. Je conclus de cette expérience, que la partie sucrée du miel suffisait pour mettre les Bourdons en état de produire de la cire.

Das Hummelwachs ist bei Weitem nicht so rein, weich und schön wie das der Honigbiene. Es wird wie bei letzterer von der Wachshaut der vier mittleren Bauchsegmente ausgeschieden und geht also aus einem Prozess im Inneren des Körpers hervor. Ueber die Art und Weise das Wachs vom Körper abzunehmen, hat Huber das folgende Experiment (pag. 244) angestellt: Je plaçai une table devant ma fenêtre, afin de voir en grand jour les moindres détails, je mis une feuille de papier parfaitement blanc sur cette table, je la couvris avec un récipient de verre et j'enfermai sous la cloche un certain nombre de Bourdons d'une autre espèce, je les nourris avec du miel, que je leur donnai sur une carte, et je les observai. Les Bourdons se rangèrent en cercle autour de leur mangeoire, ils déployèrent leur trompe et prirent avec cet instrument tout le miel que je leur avais donné. Ils mangèrent près de 10 ou 15 minutes, j'en vis alors quelques-uns se mettre un peu sur le côté, broser leur ventre avec les pattes de la seconde paire, se frotter de même à l'endroit où les demi-anneaux se rencontrent sur les côtés de leur corps et se redresser ensuite; ils faisaient alors passer tour à tour les deux jambes qui venaient de broser leur ventre entre les deux jambes de derrière, qui se rapprochaient l'une de l'autre, et tandis que celles-ci serraient l'une de celles de la seconde paire, le Bourdon faisait effort pour la retirer de l'espèce de pince dans laquelle il l'avait engagée: par cette manoeuvre bien simple les jambes de la troisième paire enlevaient à celles de la seconde toute la matière qu'elles avaient prise sur les anneaux. — Mais quand les jambes de la troisième paire étaient assez chargées de cette matière, il fallait aussi qu'elles s'en depouillassent et c'était par un autre moyen. Les

Bourdons y parvenaient en les frottant du haut en bas assez rapidement, quand la matière était arrivée à leur extrémité, il la poussaient sur le parquet. Ces bourdons répétaient deux fois cette manoeuvre pour chacune des jambes brossantes.

Huber kommt zu folgenden Resultaten (pag. 249):

1. Wachs und Pollen sind wesentlich verschieden.
2. Der Pollen ist nicht der Rohstoff des Wachses.
3. Hummeln mit Honig ernährt bereiten blos Wachs.
4. Der Zuckerstoff des Honigs bringt im Körper Wachs hervor.
5. Das Wachs tritt aus dem Körper in sehr kleinen Quantitäten durch die Gelenkverbindungen hindurch.
6. Das Wachs tritt sofort aus nach dem Verzehren des Honigs.
7. Die Weibchen machen viel mehr Wachs als die anderen Individuen.
8. Die Männchen scheinen auch Wachs hervorzubringen.

Von ihrem Stachel macht die Hummel nur im Nothfall Gebrauch. Man kann Hummeln in den geschlossenen Händen halten ohne dass sie stechen. Der Stich ist ziemlich schmerzhaft und bringt meist Geschwulsten hervor. Dieses Jahr wurde ich im Fichtelgebirge von einem Arbeiter des *Bombus terrestris* in den Zeigefinger gestochen und schon nach wenigen Stunden war nicht blos der Finger sondern auch der ganze Rücken der Hand angeschwollen. — Verschieden sind die Angaben, wie sich die Hummeln bei einem Angriff gegen ihr Nest zeigen. Nach Smith zeigen die Arten, die in Moos oder über der Erde bauen, wenig oder gar keinen Muth, dagegen sollen die unterirdisch bauenden ihr Nest kühn vertheidigen. Ich kann mich mit Schenck dieser Ansicht nicht recht anschliessen. Während das Ausgraben eines Wespennestes eines der gefährlichsten Experimente ist, kann man dies bei den Hummeln ziemlich ungestraft thun. Da die Erdbauer zahlreiche Bestände bilden, so wird man bei ihnen freilich auch mehr umschwärmt.

Das Schmarotzerthum ist bei den Hymenopteren ausserordentlich ausgeprägt. Nicht nur sind viele davon selbst Parasiten, sondern die meisten werden auch von Thieren aus den verschiedensten Klassen der Gliederthiere, meist Insekten, heimgesucht. Gerade die Hummeln erfreuen sich einer Unmenge von Schmarotzern. Zunächst sind als höchst auffallende Gäste die den Hummeln täuschend ähnlichen *Psithyrus*-(*Apathus*-)Arten anzuführen. So sehr ähneln diese Schmarotzer den ächten Hummeln, dass sie früher sogar mit dem Genus *Bombus* vereinigt wurden und noch

bei *Dahlbom* eine blosse Unterabtheilung davon bilden. Aus dem Mangel der Körbchen der Weibchen und dem Fehlen der Arbeiter ersieht man, dass sie nicht arbeiten, sondern schmarotzen. Wie ihre Stellung zu ihren Wirthen ist, darüber ist noch sehr wenig bekannt. Soviel steht fest, dass sie auf einem freundlichen Fuss mit ihnen stehen. Eigenthümlich bleibt, dass viele Hummelarten, namentlich die braun gefärbten, frei von diesen Eindringlingen sind, was *Smith* beobachtet hat. Dass die Färbung des Gastes mit der des Wirthes übereinstimme, was allzu eifrige Anhänger *Darwin's* wohl recht gern möchten, ist längst als irrig erwiesen. Nur der stattliche *Psithyrus rupestris* ähnelt seinem Wirth *Bombus lapidarius*, ebenso *Psithyrus vestalis* dem *Bombus terrestris*, bei welchem er schmarotzt. Dagegen ist *Psithyrus Barbutellus* bei *B. Derhamellus* und *pratorum*, ebenso auch *Psithyrus campestris* bei *B. pratorum* gefunden worden, die wenig Aehnlichkeit mit einander besitzen. Jeder, der Bienen gesammelt hat, weiss, wie grundverschieden auch sonst oft Wirth und Eindringling sind. Ein Beispiel, wie fein begabt diese sonst schwerfälligen Schmarotzerhummeln im Aufsuchen fremder Hummelnester sind, hatte ich voriges Jahr. In der Grundmauer meiner Wohnung, geschützt durch eine daneben stehende Holzklafter befand sich ein ziemlich bevölkertes Nest von *B. lapidarius*. Im August war ich so glücklich, ein stattliches Weibchen von *Psithyrus rupestris* daraus hervormarschiren zu sehen. Das Nest war also doch aufgefunden worden, die suchenden Weibchen hatten sich mitten in die Gebäude hereingewagt. Obendrein ist *Psithyrus rupestris* gerade bei *Gumperda* ziemlich selten. In Thüringen sind mir von der Gattung *Psithyrus* vorgekommen am häufigsten *Barbutellus*, zumal bei *Gumperda*, wo er aber auch bei anderen Hummeln ausser *B. Derhamellus* und *pratorum*, wo ihn *Smith* beobachtete, vorzukommen scheint, da diese beiden Species gerade an den Orten, wo er häufig fliegt, sehr selten sind. Häufig ist ferner stellenweis *P. rupestris*, oft in Prachtexemplaren, seltener *campestris* und der blos hie und da beobachtete *globosus*. Am seltensten ist *P. vestalis*, dessen Weibchen ich blos wenige Mal an blühenden Stachelbeerbüschen, auf blumigen Wiesen und im Herbst an Disteln fing. — Ich glaube nicht, dass *Smith* Recht hat, wenn er meint, auf diesen Schmarotzern ruhe irgend ein wichtiges Amt, das zu entdecken sehr interessant sein würde. In der 2. Auflage scheint auch *Smith* seine frühere Ansicht aufgegeben zu haben. Ich



glaube vielmehr, sie leben, wie viele andere Hymenopteren auch ruhig bei ihren Wirthen, deren Futtermitteln sie mit verzehren. Sie sind mithin keine eigentlichen Parasiten, sondern Commensalen.

Höchst schlimme Schmarotzer, wohl die allerschlimmsten für die Hummeln, sind die Raupen einer Motte, *Aphomia Colonella* L. Dieselben durchspinnen das ganze Nest und verzehren die Zellen. Gerade dieses Jahr hatte ich Gelegenheit genug, die Zerstörung, die diese Raupen verursachen, anzusehen. Zahlreiche Nester, die mir von Zöglingen gebracht wurden und die ich selbst gesammelt hatte, wurden von ihnen vernichtet. Zumal ein Nest von *B. agrorum* war von Hunderten dieser kleinen Bestien bevölkert. Das Nest hatte ich in ein Kästchen gethan, sie spannen in einer Nacht den ganzen Innenraum zu, verfilzten das ganze Nest und spannen den Deckel so fest an, das ich ihn nur durch Anwendung von Gewalt losreissen konnte. Ausserordentlich behend liefen sie zwischen den Fäden umher und spannen sich schliesslich weissseidene Röhren, in denen sie überwintern. Sämmtliche Zellen und Cocons sind ganz zerfressen worden. Ueberhaupt scheint dieses Jahr besonders günstig für diese Motte gewesen zu sein. Ein schönes Nest der *Vespa saxonica* haben sie mir zu drei Viertel zugesponnen; das papierne Baumaterial der Faltenwespen schmeckt ihnen aber nicht. Arten der stattlichen Fliegengattung *Volucella* legen ihre Eier in Hummel- und Wespenester, wo ihre Larven die der Wirthe verzehren, was schon Réaumur und Degeer bekannt ist. Die Larven von andern Fliegen dagegen, nämlich *Conops* und *Physocephala* leben innerhalb der Larven und Puppen von Hummeln und kriechen zuweilen erst aus dem vollkommenen Insekt in der Sammlung aus. In Menge nistet sich zuweilen eine Wespe, die schöne *Mutilla europaea* ein, deren Larven die der Hummeln aufzehren. Drowsen erzog, wie Schenck angibt, aus einem Nest des *Bombus Scrimshirani* mit über 100 Zellen 76 Stück dieser *Mutilla* und nur 2 Hummeln. In Thüringen habe ich *Mutilla* noch nie in Hummelnestern bemerkt. *Mutilla europaea* habe ich nie gefunden und auch die anderen Arten z. B. *rufipes* Fabr. gehören zu den Seltenheiten.

Auch verschiedene Käfer suchen die Hummeln heim. An letzteren sowohl wie an zahlreichen anderen Bienen findet man oft gestreckte, sechsfüssige, milbenähnliche Thiere, mit 4 Schwanzborsten, ziemlich langen Fühlern und 3 Krallen an jedem Fusse. Es sind die Larven der Meloë-Arten. Sie kriechen, nachdem sie die in eine Erdhöhle gelegten Eier verlassen haben, auf die Blüten



von *Ranunculus*-Arten, besonders *Ranunculus bulbosus* und *acris*, klammern sich an die diese Gewächse besuchenden Bienen und werden von ihnen in das Nest getragen, wo sie sich, wie *Fabre* neuerdings beobachtet hat, zuerst von dem Bienenei, dann von dem aufgespeicherten Honig nähren, entgegengesetzt der Meinung *Smith's*, welcher annahm, dass diese Larven nur zufällig an Bienen kämen. — Ob die Hummeln auch von den Larven der hochinteressanten Käfergattung *Sitaris* heimgesucht werden, scheint noch nicht erwiesen zu sein, hat aber doch einige Wahrscheinlichkeit für sich, wegen der nahen Verwandtschaft des bisher beobachteten Wirthes *Anthophora* mit *Bombus*.

Nach *Smith* finden sich nicht selten *Antherophagus nigricornis* F. und *pallens* Ol. in Hummelnestern. Diese Beobachtung bestätigt *Redtenbacher*, welcher in einem Neste 3 Exemplare der erstgenannten Art fand. Auch *Anobium paniceum* F. stellt sich zuweilen in Menge ein.

Der allergewöhnlichste Schmarotzer, den man auf dem Leibe der Hummel findet, ist die hellbraune Milbe *Gamasus coleopterorum*, wie man sie an den grossen blauen Dungkäfern (*Geotrupes*) regelmässig in grosser Anzahl findet. An den Hummeln treten sie meist in den Gelenken auf, zumal zwischen Thorax und Abdomen, wo die Haare nicht dicht stehen. Desshalb findet man sie auch häufiger an den weniger behaarten *Psithyrus*-Arten. Mir sind Exemplare von *Psithyrus rupestris* vorgekommen, die ganze Klumpen dieser Thiere an sich hatten. Sie halten sich auch in den Nestern auf, denn frisch aus dem Nest hervorgekommene Hummeln waren ganz bedeckt davon.

Als Feinde der Hummeln sind schliesslich noch die Ameisen anzuführen, die des Honigs wegen in die Nester eindringen. Dasselbe thun auch Mäuse, Wiesel und wohl auch der Fuchs gräbt zuweilen ein Nest aus. Von Seiten der Vögel scheinen die Hummeln keine Nachstellungen zu erfahren. Für die kleineren Kerbthierfresser sind sie selbst zu gross und grössere z. B. Grün- und Grauspechte, die man sonst häufig auf der Erde den Ameisennestern nachstellen sieht, machen wohl nur selten einen Angriff auf die Wohnungen von Hummeln.

---

### Geographische Verbreitung.

Mit Ausnahme Australiens ist das Genus *Bombus* über alle Erdtheile verbreitet. *Smith* in seinem *Catalogue of Hymenop-*

terous Insects in the Collection of the British Museum führt 79 Arten an. Sie treten in den nördlichen und gemässigten Zonen zahlreicher auf als in den heissen. In den letzteren werden sie ersetzt durch die ähnlichen meist durch prachtvolle Färbung der Flügel ausgezeichneten Arten der Gattung *Xylocopa*. Smith zählt davon 101 Arten auf, wovon nur eine *Xylocopa violacea* nördlich bis Deutschland geht, in Thüringen jedoch gänzlich zu fehlen scheint. Dagegen reichen von den Hummeln einzelne Arten bis in den höchsten Norden, manche sogar finden sich blos hier. So gehört z. B. *Bombus hyperboreus* Schönh. dem nördlichen Lappland an. Nicht minder lassen *B. nivalis* und *lapponicus* schon aus ihren Namen auf ihre nordische Heimath schliessen. Capitain Parry brachte von seiner ersten Nordpolreise Hummeln mit nach Hause. In Amerika beherbergt Grönland Arten, ebenso Asien in Sibirien und Kamtschatka. Von letzteren Gegenden sagt Shuckard: They may, perhaps, with their music often convey to the broken-hearted and lonely exile in Siberia the momentarily cheering reminiscence of joyful youth and by this bright and brief interruption break the monotonous and painful dullness of his existence, recalling the happier days of yore. Ganz Europa ist von ihnen bewohnt. In Asien sind sie ausser in Norden noch gefunden in Java, Indien und China, von wo bis jetzt etwa 10 Arten beschrieben sind. Ebenso ist ihr Vorkommen in Kleinasien constatirt. Was Afrika betrifft, so sind nach Shuckard bis jetzt blos in Oran Hummeln gefunden worden. Dagegen scheint Amerika auch in den südlichen Theilen verschiedene Arten aufzuweisen z. B. in Para, Cayenne, Columbia, Quito, Chili, Californien und Mexico. Chili beherbergt die grösste Species. Australien, das ja seine Thier- und Pflanzenwelt für sich hat, beherbergt auch keine Hummeln. Auf Neu-Seeland hat man um die Befruchtung von Kleearten zu ermöglichen, in neuerer Zeit Hummeln einzubürgern gesucht, mit welchem Erfolg, ist mir nicht bekannt geworden.

### Systematik.

Die Stellung der Hummeln im System ist zu keiner Zeit strittig gewesen. Lebensweise und eigenthümliche Vorrichtungen am Körper, die sie blos mit der Honigbiene gemeinsam haben, zeichnen sie sattsam aus. Mit Rücksicht auf ihr Zusammenleben in Staaten hat man *Bombus* und *Apis* vereinigt unter der Familie der *Sociales* und ihnen stets den höchsten Rang unter den Bie-

nen eingeräumt. Ihnen gegenüber stehen die einsam lebenden Bienen, die wieder in zwei natürliche Gruppen zerfallen, in selbstbauende und schmarotzende. Schwierig wird dadurch die Stellung der Schmarotzerhummeln, die habituell fast den Hummeln gleich, in ihrer Lebensweise grundverschieden sind. Sie haben auch bis jetzt keinen bestimmten Platz erhalten. Thomson stellt sie mit zu den Bombina, was ich nicht gut heissen kann, da er letztere doch als Tribus der Sociales aufführt, worauf die Schmarotzerhummeln sicherlich keinen Anspruch machen können. Die geselligen Bienen sind dadurch ausgezeichnet, dass ausser Männchen (♂) und Weibchen (♀) noch Arbeiter (♀) d. h. kleine, verkümmerte Weibchen vorkommen. Ferner haben bei Bombus die ♀ und ♂, bei Apis bloss die ♂ an den Hinterschienen einen eigenthümlichen Sammelapparat, Körbchen (corbicula) genannt. Die Aussenseite der Hinterschienen ist nämlich seicht vertieft, spiegelglatt, am Rande mit langen, steifen, nach innen gekrümmten Haaren besetzt. Näheres darüber im speciellen Theil. Der Mangel der Schiensporen an den Hintertibien, die behaarten Augen, sowie die eigenthümliche Gestalt der Radialzelle trennen die Gattung Apis leicht von Bombus. Man hat demgemäss die Sectio Sociales wieder in 2 Tribus zerlegt, in die Apidae (Apina Thomson) und Bombidae (Bombina Th.). Es ergibt sich also folgende Eintheilung:

Familie: Anthophila Latr. Bienen.

(Apidae Thomson).

Sectio: Sociales. Gesellige Bienen.

Tribus: Bombidae. Hummelartige Bienen.

Genus: Bombus. Hummel.

Die früheren Autoren rechnen die Hummeln noch zur Gattung Apis. Latreille war der erste, der sie 1802 als Bombus davon abtrennte (hist. nat. Ins. XIV, 63). Denselben Namen adoptirte 2 Jahr später Fabricius in seinem Systema Piezatorum.

Wegen der dichten Behaarung und der bedeutenden Grösse sind nur wenige Genere mit Bombus zu verwechseln, etwas schwieriger sind die Schmarotzerhummeln namentlich die ♂ zu unterscheiden. Von den übrigen Gattungen mit 3 Cubitalzellen, die zu Verwechslungen Anlass geben könnten, sind bloss Anthophora, Xylocopa, Melecta und Crocisa zu erwähnen. Gattungen mit 2 Cubitalzellen sind natürlich sofort zu unterscheiden und sind nicht weiter zu berücksichtigen. Ich stelle die äusseren Unterschiede

dieser mit *Bombus* ähnlich aussehenden Gattungen tabellenartig zusammen:

1. Alle 3 Cubitalzellen gleich gross. 2.  
— — — verschieden gross. 4.
2. Cubitalzelle 3 oben so breit oder fast breiter als an der Basis. Ihre rücklaufende Ader im Aussenwinkel mündend. Cubitalzelle 1 durch keine blasse Querader getheilt. Radialzelle mit deutlichem kleinen Anhang. Bloss ♂ und ♀.

*Anthophora.*

- Cubitalzelle 3 oben bedeutend schmaler als an der Basis, ihre rücklaufende Ader vor dem Aussenwinkel mündend. Cubitalzelle 1 mit blasser Querader. Radialzelle ohne Anhang. 3.
3. ♂ ♀ und ♂. ♀ und ♂ mit Körbchen und Fersenhenkel. ♂ meist mit verlängertem Kopf. Die Zangen der männlichen Genitalien durchweg hornig, von Farbe braun oder schwarz.

*Bombus.*

Bloss ♂ und ♀. Letztere ohne Sammelapparat, d. h. ohne Körbchen und Fersenhenkel. Die Aussenseite der Hinterschienen deshalb gewölbt und behaart. Die letzten Bauchsegmente der ♀ einwärts gekrümmt, Hinterleib weit dünner behaart als bei *Bombus*, deshalb glänzender. ♂ mit auffallend kurzem Kopf. Die Endglieder der Zangen nicht hornig und braun, sondern durchscheinend und blass.

*Psithyrus* (Apathus).

4. Grosses hummelartiges Thier, ganz blauschwarz, auch die Flügel. Cubitalzelle 1 und 2 zusammen so gross als 3.

*Xylocopa.*

Weit kleinere Thiere. Cubitalzelle 2 weit kleiner als je 1 und 3, rhombisch.

*Melecta* und *Crocisa.*

---

Genus: *Bombus*.

*Bombus* zum Theil (weil Apathus noch nicht getrennt) Latreille, Fabricius, Leach, Stephens.

*Bombus*, Eigentliche Hummeln, Illiger.

*Bombus*, *Divisis prima*, Dahlbom.

*Bombus*, Lepeletier de St. Fargeau, Newman, Smith und alle späteren Autoren.

*Bremus* (zum Theil) Jurine, Panzer.

*Apis*, Linné, Fabricius (in den früheren Arbeiten) Kirby \* \* e, 2).

---

## Körperbau.

Mit Uebergehung der allgemeinen Terminologie, die ich als bekannt vorausschicke, führe ich blos das an, was für den Bau der Hummeln charakteristisch ist.

Die Hummeln zeichnen sich vor allen Hymenopteren durch ihren grossen, gedrunghenen Körper aus, dessen starke Behaarung die schwarze Farbe der Haut nur stellenweis durchblicken lässt. Der Kopf ist klein, nicht so breit als der Thorax, von vorn gesehen bei den einzelnen Arten verschieden lang. Der Scheitel ist mit einer Längs- und Querfurche versehen, letztere trägt die in einem sehr flachen Bogen gestellten drei Nebenaugen (stigmata). Die Fühler der Hummeln sind gebrochen. Das 1. Glied (radicula) ist in einer Aushöhlung des Kopfes versteckt. Das 2. Glied ist stark verlängert und führt den Namen Schaft (scapus). Wegen der Unsichtbarkeit des eigentlich 1. Gliedes betrachtet man gewöhnlich den Schaft als 1. Glied, was auch in vorliegender Abhandlung der Fall ist. Von dem Schaft stehen die folgenden Glieder, die Geißel (flagellum) im Winkel ab, bei ♀ und ♂ mehr, bei ♂ weniger. Das 1. Glied der Geißel (pedicellus) ist stets weit kürzer als die folgenden. Die Fühler der Hummeln sind, die radicula nicht mit eingerechnet, bei ♀ und ♂ zwölf-, bei den ♂ dreizehngliederig.

Die Oberlippe besteht aus einem hornartigen, zweihöckerigen Blättchen, welches von vorn gesehen das vordere Ende des Kopfes bildet und an der Spitze meist rostgelb behaart ist. Unter ihr liegen die zungenförmig gegen einander gestellten Oberkiefen. Ihr Bau zeigt klar, dass sie höchstens zum Zerbeißen weicher Massen z. B. Blumenkronen eingerichtet sind, mit Vorliebe dagegen zum Kauen und Kneten des Pollens und Waxes verwandt werden. Sie sind deshalb spatelförmig, löffelförmig ausgehöhlt, am Ende abgerundet und, ausser bei den ♂, zahnlos. An der Aussenseite sind sie tief gefurcht. Der Rüssel ist in der Ruhe zusammengeklappt und liegt versteckt unter dem Kopfe in der sogenannten Kehlrinne. Die Kieferntaster sind zwei-, die Lippentaster viergliedrig. Letztere sind zweigestaltig, d. h. die beiden Endglieder sind winzig und unterhalb der Spitze des zweiten Gliedes seitwärts eingefügt. Nebenzungen vorhanden. Thorax gerundet. Hinterbeine mit Körbchen und Wachszange, Hauptunterschied von den Schmarotzerhummeln. Tibien

mit 2 Endsporen. Ferse breit. Vorderflügel mit 3 Cubitalzellen von gleicher Grösse. Erste Cubitalzelle durch eine blasse Querader übereck getheilt (blos noch bei *Psithyrus*), 3. Cubitalzelle oben halb so breit als an der Basis.

Eine Beschreibung der inneren Organe, soweit sie die Systematik nicht betreffen, gehört ebenfalls nicht in den Kreis dieser Abhandlung. Zahlreiche Werke allgemeineren Inhaltes geben darüber Aufschluss. Wer sich speciell über den Wehrstachel der Hymenopteren zu orientiren wünscht, dem empfehle ich die preisgekrönte Schrift meines alten Freundes Dr. Karl Kraepelin:

Untersuchungen über den Bau, Mechanismus und Entwicklungsgeschichte des Stachels der bienenartigen Thiere. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, XXIII. Band.

Die Weibchen zeichnen sich auf den ersten Blick durch ihre Grösse aus. Sie haben Körbchen und Wachsange. Der Hinterleib hat blos 6 Segmente, die Fühler blos 12 Glieder. Sie sind mit starkem, gekrümmten Wehrstachel versehen und stechen wegen der aufwärts gekrümmten Stachelscheide nach oben. Die Klauen sind ungleich gezahnt, der innere Zahn weit kürzer.

Die Arbeiter sind blos durch ihre geringere Grösse von den Weibchen verschieden, die grossen Arbeiter werden desshalb auch kleine Weibchen genannt. Die Grösse der Arbeiter selbst ist ausserordentlich verschieden, selbst in dem nämlichen Staate. Ich besitze Arbeiter von der Grösse einer Stubenfliege. Sie besitzen natürlich ebenfalls Körbchen und Wachsange. Der Stachel ist weit schwächer gekrümmt als der der Weibchen, wenigstens bei den kleineren Individuen.

Die Männchen sind in der Regel grösser als die Arbeiter, ihre Gestalt ist schlanker (nur *B. terrestris* und *confusus* sind gedrungen), die Färbung meist bunter. Die Fühler sind länger, dreizehngliederig, der Schaft kürzer als bei Weibchen und Arbeitern, die Geissel dagegen länger, bei vielen Arten unmerklich winkelig abstehend, die Glieder oft stark bogenförmig. Die Oberkiefer sind schmal, wie verkümmert, da sie wenig oder nicht benutzt werden, am Aussenrand mit langen, gekrümmten Haaren, dem sogenannten Kieferbart, gefranst. Weder Körbchen noch Wachsange vorhanden. Die Hinterschienen an der Aussenseite behaart, meist aber etwas abgeflacht, bei einigen Arten, besonders bei *B. terrestris*, fast körbchenartig erscheinend. Ohne Spur von Abflachung dagegen bei *B. pomorum* und *mesomelas*, fast auch bei *R. muscorum* und *variabilis*, auffallend kurz behaart bei

*R. Latreillellus*. Das Fersenglied weit schmaler als bei ♀ und ♂. Klauen in 2 fast gleichlange Zähne gespalten. Hinterleib schlank, hinten abgestutzt erscheinend, 7 gliedrig. Das letzte Segment enthält in sich die für die Begrenzung der Arten ausserordentlich wichtigen Genitalien, die sich leicht bei frischen oder aufgeweichten Thieren mit Hülfe einer Nadel hervorziehen lassen. Ich behalte, um die Terminologie nicht zu vermehren, die von Schenck gewählten Ausdrücke bei, wenn ich auch einige nicht ganz bezeichnend finde.

Die vereinten Genitalien haben eine kreisförmige, oben und unten abgeflachte Gestalt. Eine hornige, unten schief nach oben abgestutzte und hier mit dem Hinterleibe verbundene Kapsel (*cardo* bei Thomson) umschliesst die eigentlichen Genitalien. Dieselben bestehen aus 5 Theilen. In der Mitte zeigt sich ein horniges, an der Spitze nach unten gebogenes Blättchen (*spatha*, Thomson), zu beiden Seiten umgeben von meist schmalen, seltener verbreiterten, zangenartigen Gebilden, den Klappen (*sagittae*, *forcipes interiores* Thomson). Sie sind meist nach unten gebogen und mit Zähnen versehen. Complicirter gebaut sind die äusseren Organe, die eigentlichen Zangen (*hamuli* nach Dahlbom, *forcipes exteriores* Thomson). Sie sind aus 3 hornartigen Theilen zusammengesetzt, welche nach unten neben einander liegen, so dass je das untere über das obere hervorragt; in seltenen Fällen sind sie gleich lang. Schenck nennt den äusseren, also oberen Theil Stiel (*stipes*, Thomson) die beiden anderen Endglieder und unterscheidet ein oberes (*squama* Thomson) und unteres (*lacinia* Thomson) Endglied. Diese sämtlichen Theile sind bei den einzelnen Arten, ausserordentlich verschieden gebildet, mannichfach gebogen, erweitert und gezähnt und dienen zum Festhalten der ♀ bei der copula. Aber man versucht vergeblich nach dem Grund des complicirten Baues dieser Gebilde. Sind es bloss Zierrathe oder dienen sie irgend einem Zweck? Sind die Genitalien der einzelnen Arten so verschieden gebildet, damit die copula nur bei den zusammengehörigen ♂ und ♀ möglich ist? Dem widerspricht die Erfahrung, da gewissenhafte Autoren dieselbe zwischen verschiedenen Arten beobachtet haben. Auch ich habe erst letzten Herbst des ♂ von *mesomelas* mit *lapidarius* ♀ vereint gefunden.

Eine nähere Beschreibung der Genitalien findet sich bei den Männchen der verschiedenen Arten.

---



# T a b e l l e n

zum

## Bestimmen der Arten.

NB. In den meisten Fällen wird sich schon durch den Gebrauch der nächsten Tabellen ein richtiges Resultat erzielen lassen, Sicherheit jedoch ist blos durch ein genaues Vergleichen der ausführlichen Beschreibungen zu erlangen, was bei der ausserordentlichen Veränderlichkeit der Arten nicht Wunder nehmen darf. Besonders betone ich ausdrücklich, dass zum Bestimmen der Männchen durchaus noch die letzte Tabelle zu benutzen ist.

---

### T a b e l l e

zum Bestimmen der Weibchen und der Arbeiter.

1. Endsegmente weiss, scharf abgesetzt von der schwarzen Färbung. 2.

Endsegmente roth, Abdomen vorher schwarz, höchstens mit gelber Binde auf Segment 2. Die rothe Farbe der Endsegmente ebenfalls scharf abgegrenzt, nur bei *pomorum* selten. Letzterer zeichnet sich jedoch leicht durch den verlängerten Kopf und die struppige Behaarung aus. 7.

Hinterleib meist hell gefärbt (gelb, braun oder grau), zuweilen mit dunklen Binden. Blos bei *sylvarum* die Endsegmente roth, vorher aber blos eine schmale schwarze Binde. Ist die Färbung dunkel, so geht sie allmählig in die helle der Aftersegmente über. 14.

Das ganze Thier schwarz. Sehr seltene Varietäten des *B. soroënsis*, *hortorum*, *runderatus* und *Latreillellus*, die ich in Thüringen noch nie beobachtet habe und zu deren Unterscheidung eine genaue Kenntniss der habituellen Eigenschaften dieser Arten gehört. *Soroënsis* dürfte wohl noch am ehesten in Thüringen aufzufinden sein, da ich die entsprechend gefärbten Männchen mehrmals gefunden habe.

2. Thorax rothbraun oder braungelb, sehr selten mit dunkler Binde zwischen den Flügeln. *hypnorum*.

Thorax schwarz oder schwarzbraun. 3.

Thorax schwarz mit gelben Binden. 4.

3. Körper schlank. Keine Spur einer braunen Färbung auf dem Thorax, nicht selten dagegen mit gelben Haaren auf dem Prothorax. *soroënsis*.

Körper breit (wie bei *terrestris*). Hinterleib hinten fast dreieckig. Thorax meist noch mit Spuren brauner Färbung.

Eine sehr seltene Varietät von *hypnorum*.

4. Kopf kurz. Bloss Prothorax mit gelber Binde, ebenso Segment 2. 6.

Kopf verlängert. Schildchen gelb. 5.

5. Behaarung nicht auffallend kurz. Segment 1 gelb, besonders an den Seiten büschelartige gelbe Haare. Segment 2 in der Mitte am Vorderrand gelb. Körper nach hinten ziemlich spitz dreieckig zulaufend. Endsegment oben nicht grob gekörnelt.

*hortorum*.

Behaarung wie bei voriger Art. Auffallend grösser als dieselbe, zumal die Weibchen (so gross wie *terrestris*, zuweilen noch länger). Segment 1 an der Basis schwarz. Segment 2 vorn ohne gelbe Haare. Körper nicht so auffallend dreieckig. Endsegment oben meist grob gekörnelt. *ruderatus*.

Behaarung auffallend kurz, auch etwas spärlich. Segment 1 wie die nächstfolgenden gefärbt, bloss mit eingestreuten gelben Haaren. Segmente am Ende mit eingestreuten weissen Haaren.

*Latreillellus*.

6. Körper gross und plump. Binde auf dem Prothorax fast stets breit. Das ganze Segment 4 weiss. *terrestris*.

Körper kleiner und schwächlicher. Binde auf dem Prothorax selten ausgeprägt. Segment 4 bloss an der hinteren Hälfte weiss, fast stets mit einem Anflug von Roth oder Gelb. *soroënsis*.

7. Thorax schwarz, bei *pomorum*, meist auch bei *mastrucatus*, sehr selten bei *lapidarius* vorn und hinten mit gelblichen oder grauen eingemengten Haaren. Hinterleib ohne gelbe Binde. 8.

Thorax mit gelber Binde, meist auch Segment 2. 13.

8. Körbchenhaare rostroth. Behaarung kurz, struppig. Thier klein. *Rajellus*.

Körbchenhaare schwarz, selten mit rothen Spitzen oder eingestreuten solchen Haaren (bei *pomorum*). 9.

9. Segment 3—6 rothgelb oder fuchsroth, bei *pomorum*, zumal den ♀, die rothe Behaarung oft noch weiter nach vorn. 10.

Segment 4—6 roth. Kopf nicht auffallend verlängert. Behaa-

rung kurz, meist sammetartig. Thorax tiefschwarz, höchstens der Prothorax mit wenigen rein gelben Haaren. 11.

10. Kopf verlängert. Hinterleibsende fuchsroth. Die rothe Behaarung nicht scharf abgegrenzt. Das ganze Thier struppig.

*pomorum.*

Kopf kurz, wie bei *lapidarius*, dem diese Art sehr ähnelt. Hinterleibsende brennend roth. Diese Farbe ziemlich scharf abgegrenzt. Die Behaarung ebenfalls etwas rauh, russschwarz.

*mastrucatus.*

11. Die ♀ weit kleiner als bei den beiden folgenden Arten. Die vordere Hälfte des Segments 4 schwarz behaart. Thorax vorn selten ganz rein schwarz. *soroënsis* (Var. *Proteus*).

Die ♀ gross, fast zolllang. Das ganze Segment 4 roth. 12.

12. Behaarung nicht auffallend kurz, tief sammetschwarz, selten mit weissen Flecken am Hinterleib oder graulichen Spitzen der Haare des Thorax oder der Hinterschienen. Bloss Bauchsegment 4 und 5 mit rothgelben Fransen. Eine sehr seltene Varietät mit Andeutung einer gelben Binde auf dem Prothorax.

*lapidarius.*

Behaarung auffallend kurz, der ganze Körper glatt geschoren erscheinend. Bauchsegment 2—5 mit rothgelben Fransen. Die rothe Farbe der Aftersegmente heller als bei *lapidarius*.

*confusus.*

13. Behaarung etwas rauh und struppig. Clypeus in der Mitte fast punktlos. Letztes Bauchsegment mit Längskiel. Prothorax meist mit breiter gelber Binde.

*pratorem.*

Behaarung kurz. Clypeus in der Mitte punktirt. Letztes Bauchsegment ohne Längskiel. Prothorax meist bloss mit Spur einer gelben Binde.

*soroënsis.*

14. Der ganze Leib weissgrau, der Hinterleib mit einem gelben oder bräunlichen Anflug. Kopf schwarz, Thorax mit schwarzer Querbinde.

*mesomelas.*

Der ganze Leib schmutzig bräunlich-grau, Kopf ebenso. Thorax mit schwärzlicher Querbinde. Hinterleib mit Spuren schwarzer Binden (meist bloss je eine dünne Reihe von schwarzen Haaren) auf den mittleren Segmenten. Habitus von *B. sylvanum*, aber etwas grösser.

*arenicola.*

Der ganze Leib blassgelb, in's Grünliche. Eine Binde zwischen den Flügeln, sowie Beine schwarz.

*elegans.*

Färbung meist dunkel, bis schwarzbraun, wenn hell, dann ohne schwarze Querbinde auf dem Thorax, oder mit blassrothem After. 15.

15. Thorax schön orangegelb. Hinterleib blassgelb, mehr bräunlich, an den Seiten und den Enden der Segmente weissgelb gefranst, wodurch abwechselnd dunkle und helle Binden entstehen. Behaarung kurz. *muscorum*.

Thorax entweder dunkel, zuweilen fast schwarz gefärbt, oder grau, braun u. s. w. Ist er gelb, so ist die Farbe nicht so schön gelb wie bei *muscorum*, oder der Hinterleib zeigt schwarze oder schwärzliche Binden und die Behaarung ist struppiger als bei voriger Art. 16.

16. Endsegmente abgegrenzt rothgelb behaart, weisslich unterbrochen, oft die weisse Farbe so ausgebreitet, dass das Roth nur angedeutet ist. Vorher abwechselnd schwarze und weissgelbliche Binden. Thorax hell graugelb mit schwarzer Binde in der Mitte. *sylvarum*.

Endsegmente einfarbig gelb. Thorax nie mit schwarzer Querbinde. 17.

17. Thorax rothgelb, zuweilen mit eingemengten, schwarzen Haaren, zuweilen abgeblasst, ockergelb. Hinterleib in der Regel mit breiter schwarzer Querbinde. Basis mit schwefelgelben Haaren. Endsegmente dunkelgelb. Flügelschüppchen hell rothbraun. Behaarung rauh, fast struppig. *agrorum*.

Thorax verschiedenfarbig, bis schwarz. Exemplare mit rothgelbem Thorax zeigen keine schwefelgelben Haare an der Hinterleibsbasis. Flügelschüppchen dunkelbraun. Behaarung kurz. *variabilis*.

## T a b e l l e

### zum Bestimmen der Männchen

nach der Farbe der Behaarung.

1. Einige Endsegmente weiss, von der vorhergehenden schwarzen Behaarung scharf abgegrenzt. 2.

Einige Endsegmente roth oder rothgelb, von der vorhergehenden schwarzen Behaarung, die zuweilen blos in einem solchen Band besteht, ebenfalls scharf abgegrenzt. 8.

Hinterleib einfarbig, oder wenn mehrfarbig, die Färbungen in einander übergehend und die Endsegmente nicht roth oder weiss. 18.

2. Thorax braungelb oder rostroth. *hypnorum*.

Thorax schwarz oder schwarz und gelb. 3.

3. Das Schildchen schwarz oder blos mit wenigen gelben oder blassen Haaren. 4.

Das Schildchen gelb oder weissgelb. Thorax vorn stets mit gelber, bei *Latreillellus* mit schmutzig-gelber Binde. 5.

4. Kopf kurz. Körper plump, gedrungen. Prothorax breit gelb. Körbchenhaare blass. Segment 1 schwarz. Geißel nicht viel länger als der Schaft. *terrestris*.

Kopf nicht auffallend kurz. Körper weit kleiner als bei *terrestris*; nicht plump. Prothorax oft blos mit Spur von gelber Binde. Segment 1 meist gelb. *soroënsis*.

5. Hinterleib mit undeutlicher, mattschwarzer Binde auf Segment 2 und 3, welche durch die hellen Endfransen des Segment 2 in 2 Hälften getheilt ist. Endsegmente nicht rein weiss, sondern schmutzig gelblich weiss. Ebenso der Thorax gefärbt, zwischen den Flügeln mit schwarzer Querbinde. *Latreillellus*, Hinterleib mit dunkelschwarzer Querbinde. Endsegmente rein weiss. Die Färbung schön gelb. 6.

6. Körper kurz und plump. Kopf auffallend kurz, ebenso die Fühlergeißel. *terrestris* var. *lucorum*.

Körper schlank, Kopf und Fühlergeißel verlängert. 7.

7. Kiefernbart schwarz. *hortorum*.

Kiefernbart rothgelb. Seiten des Thorax schön citronengelb.

*ruderatus*.

8. Hinterleibsbasis breit schöngelb. 9.

Hinterleibsbasis schwarz oder schmutzig graugelb, oder mit gelben Haarbüscheln an den Seiten. 11.

9. Behaarung lang und rauh. Das Thier gross, bis 17<sup>mm</sup>. Bei ganz bunten Exemplaren auf Thorax und Hinterleib je eine schmale schwarze Binde. *mastrucatus*.

Behaarung nicht auffallend lang und rauh. Thier klein. 10.

10. Kopfschild gelb behaart, ebenso fast der ganze Thorax. Körbchenhaare rothgelb. *pratorum*.

Kopfschild höchstens mit eingemengten gelben Haaren, ebenso das Schildchen. Körbchenhaare schwarz. *soroënsis*.

11. Thorax vorn und hinten schmutzig graugelb, ebenso die Basis des Hinterleibs. Fühlergeißel lang, die Glieder gebogen. 12.

Thorax schwarz oder vorn mit gelber Binde. 13.

12. Thorax zu beiden Seiten und unten schmutzig schwarz. Behaarung kurz. *Rajellus*.

Thorax an den genannten Stellen lang weissgelb behaart, ebenso an den Schenkeln. Die Behaarung lang. *sylvarum*.

13. Augen breit, das einzelne so breit als der Zwischenraum zwischen beiden. Körper plump, kurz sammetartig behaart.

*confusus.*

Augen viel schmaler, Körper nicht plump, auch nicht auffallend kurz behaart. 14.

14. Körper ohne theilweis gelbe Behaarung.

(Eine sehr seltene Varietät.) *Rajellus.*

Körper theilweis gelb behaart. 15.

15. Kopfschild schwarz, oder mit wenigen eingemengten gelben Haaren. Prothorax mit oder ohne gelbe Binde. Thoraxseiten stets mit gelbem Haarbüschel. Fühlerglieder gebogen.

*soroënsis.*

Kopfschild ganz gelb behaart, selten mit einzelnen schwarzen Haaren (bei *pratorum*). Fühlerglieder gerade. 16.

16. Thier gross, lang und struppig behaart, sonst dem *lapidarius* sehr ähnlich.

*mastrucatus.*

Thier kleiner, Behaarung kurz. 17.

17. Die gelbe Behaarung des Kopfschildes schön citronengelb, an den Seiten und oben schwarz eingefasst. Färbung tiefschwarz, Prothorax stets mit undeutlich begrenzter gelber Binde. Segment 4—7 schön braunroth.

*lapidarius.*

Die gelbe Behaarung des Kopfschildes nicht so scharf abgegrenzt wie bei *lapidarius*, das Gelb dunkeler. Die schwarze Färbung unrein durch eingemengte helle Haare. Die Binde des Prothorax an Breite sehr variabel. Die Endsegmente rothgelb behaart, zuweilen blos die äusserste Spitze.

*pratorum.*

18. Hinterleib ganz schwarz, an der Basis zuweilen mit eingemengten gelben Haaren. Thorax schwarz, vorn zuweilen mit gelben Haaren, seine Seiten immer schöngelb.

*soroënsis.*

Hinterleib einfärbig braunroth, mit lichterem Binden, an der Basis grau. Thorax grau, in der Mitte schwarz.

*pomorum.*

Hinterleib nicht einfärbig schwarz oder roth. 19.

19. Thorax schön rothgelb. 20.

Thorax schwarz, braun, oder mit dunkeler Binde, oder schmutzig gelb. 22.

20. Hinterleib gelb, ohne Spur von schwarzen Haaren, höchstens auf dem letzten Segment eine schwache Andeutung.

*muscorum.*

Hinterleib stets mit eingemengten schwarzen Haaren, entweder an der Basis der Segmente oder auf dem Endsegment. In letzterem Falle deutlich vorhanden. 21.

21. Hinterleib meist auf der Mitte mit schwarzen Binden, seltener diese Binden bloß durch einzelne, schwarze Haare angedeutet. Endsegment oben nicht schwarz behaart. *agrorum*.  
Endsegment oben stets deutlich schwarz behaart. Hinterleib an der Basis meist verdunkelt. *variabilis*.
22. Thorax zwischen den Flügeln bindenartig schwarz. 23.  
Scheibe des Thorax einfärbig. Färbung ausserordentlich variabel, von hellbraun bis fast schwarz. Endsegment oben stets schwarz behaart. *variabilis*.
23. Thorax schmutzig messing-gelb. Die schwarze Binde zuweilen bloß angedeutet. Hinterleib ohne Spur von schwarzen Haaren, bloß auf dem letzten Segment mit schwarzen Büscheln, wie der Thorax gefärbt. Körper gross und schlank; ähnelt sehr dem *Latreillellus*. *elegans*.  
Hinterleib auf den vorderen Segmenten mit schwarzen Haaren, wenn ohne solche, dann der Thorax weissgrau, der Hinterleib mit gelblichem Schein. 24.
24. Der ganze Hinterleib weissgrau, gegen das Ende gelblich, ohne schwarze Haare. Thorax weissgrau mit schwarzer Querbinde. *mesomelas*.  
Hinterleib wenigstens mit Spuren schwarzer Binden. 25.
25. Behaarung kurz, schmutzig-gelb. Thorax mit schwarzer Querbinde, Hinterleib meist mit 2 braunen Binden, die in seltenen Fällen bloß angedeutet sind. Kopf schwarz, mit gelben Haaren untermischt. Schienen auffallend kurz schwarz behaart. *Latreillellus*.  
Behaarung kurz, schön olivenbraun, mit schwarzen Binden. Sonst wie voriger. Sehr seltene Varietät des *Latreillellus*.  
Behaarung rauh, Kopf ganz blass behaart, ebenso die Beine. 26.
26. Behaarung schmutzig-gelbgrau. Hinterleib gegen das Ende mit schmalen Reihen schwarzer Haare. Oberes Endsegment am Ende schwarz behaart. *arenicola*.  
Behaarung mehr weisslich. Endsegmente fast immer noch mit röthlichem Schein. Oberes Endsegment am Ende nicht schwarz. *sylvarum var.*
-



## T a b e l l e

### zum Bestimmen der Männchen

nach den Genitalien.

Zum Verständniss der Bezeichnungen: oben, unten, innen, aussen u. s. w. sind die Genitalien in der Weise zu betrachten, wie sie die Abbildungen bringen d. h. von der Hinterseite, die Bauchseite des Thieres nach oben. Was also beim lebenden Thiere nach unten gerichtet ist, ist hier oben, mithin erscheint die linke Seite als die rechte. Oben ist die dem Beschauer zugekehrte Seite, unten die abgewandte, vorn ist die in der Richtung der Endglieder liegende Seite, hinten also liegt die Kapsel. Die Bezeichnungen „innen“ und „aus-  
sen“ ergeben sich von selbst.

Ich habe in der folgenden Tabelle nur auf die Merkmale Rücksicht genommen, die am leichtesten in die Augen fallen. Ausführliche Beschreibungen befinden sich bei den einzelnen Arten. Hier würde eine zu eingehende Erörterung das Bestimmen bloß erschweren.

1. Stiel so lang, wenigstens unmerklich kürzer, als das obere Endglied. Die Endglieder von gleicher Länge, zangenförmig einander gegenüber gestellt. Klappen von Grund aus breit, nicht zugespitzt, eher breiter werdend. *terrestris.*

Stiel nicht so lang als das obere Endglied. Die Endglieder meist nicht gleich lang, sondern das untere hervorragend. Wenn gleich lang, dann nicht zangenförmig gegenüber gestellt. Klappen von anderer Gestalt, nicht so breit, meist spitz, dreieckig, oder hakenförmig endend. 2.

2. Das untere Endglied nicht (höchstens ganz unmerklich) über das obere hinausragend, stumpf; auch das obere wenig an Länge den Stiel übertreffend. Beide Endglieder nach innen ohne Zahn oder Haken. Die Klappen schmal, das Ende nicht erweitert, bogenförmig gekrümmt. 3.

Das untere Endglied über das obere hinausragend. Die Endglieder meist mit Spitzen und Zähnen nach innen und vorn. 4.

3. Der Stiel am Ende oben nicht zahnartig vorspringend.

*pratorum.*

Der Stiel am Ende oben zahnartig vorspringend. *hypnorum.*

4. Oberes Endglied nach innen mit langem, angelhakenartigen Fortsatz, der weit am Stiele herabreicht. Unterer Endglied an

der Spitze plötzlich verjüngt und in eine ungleich zweizinkige Gabel auslaufend. Klappen an der Unterseite gesägt.

*hortorum* und *runderatus*.

Oberes Endglied nicht mit solchem herabhängenden Fortsatz.

Spitze des unteren Endgliedes nicht plötzlich verschmälert. 5.

5. Zangen an der Innenseite fast ohne Zähne, nur das obere Endglied mit fast unmerklichem stumpfen Vorsprung. Klappen an der Spitze nach innen mit langem, fast rechtwinkelig abstehenden, spitzen Zahn. *lapidarius*.

Zangen an der Innenseite mit deutlichen Zähnen oder Spitzen.

Klappen nicht mit solchem Fortsatz nach innen an der Spitze. 6.

6. Oberes Endglied von oben napfförmig vertieft erscheinend. Zangen oberhalb der Mitte von aussen auffallend eingeschnürt.

*confusus*.

Oberes Endglied oben gewölbt. Die Aussenseite der Zangen nicht auffallend eingeschnürt. 7.

7. Klappen oberhalb der Mitte nach unten und aussen mit horizontal gestelltem Zahn, der von oben betrachtet linear erscheint und nach aussen deutlich vorspringt. Die Klappen an der Spitze zu beiden Seiten quer erweitert. 8.

Klappen von oben gesehen nicht mit deutlichem, nach aussen vorspringenden, linearen Zahn oberhalb der Mitte. 9.

8. Stiel an der Aussenseite vorn mit schwachem Eindruck.

*Latreillellus*.

Stiel an der Aussenseite mit auffallend tiefem Eindruck.

*elegans*.

9. Klappen am Ende nach unten gebogen und sichelförmig einwärts gekrümmt. Etwa wie bei *pratorum*. Zangen ähnlich wie bei *lapidarius*, aber das obere Endglied nach innen mit schärfer hervortretendem Zahn. *mastrucatus*.

Klappen und Zangen von anderer Bildung. 10.

10. Oberes Endglied nach innen mit schmalem und spitzen Zahn. 11. Oberes Endglied nach innen mit breitem Zahn, oder ohne solchen. 14.

11. Das untere Endglied in eine lange, lineare und gekrümmte Spitze auslaufend, die unter dem oberen Endgliede hervorragt. Das untere Endglied sonst verdeckt. *agrorum*.

Das untere Endglied stumpf oder allmählig zugespitzt, grösstentheils sichtbar. 12.

12. Unteres Endglied breit und stumpf zugespitzt, fast abgerundet.

Oberes Endglied von Gestalt eines Rechtecks, an der Basis nach innen mit zweispitzem Zahn, die vordere Spitze weit länger als die hintere. *muscorum*.

Unteres Endglied spitz auslaufend. Oberes Endglied tief ausgerandet, annähernd halbmondförmig. 13.

13. Unteres Endglied in der inneren Ausrandung mit einem nach oben erweiterten, abgestutzten Zahn. *sylvarum* und *arenicola*.

Unteres Endglied nach innen mit zwei sich zusammenneigenden, zugespitzten Zähnen, dazwischen ausgebuchtet. *Rajellus*.

14. Oberes Endglied nach innen ohne Zahn, weit vorragend, von oben gesehen nierenförmig erscheinend. *soroënsis*.

Oberes Endglied nach innen mit breitem Zahn. 15.

15. Unteres Endglied breit, zweispitzig (annähernd halbmondförmig). Die Spitzen hervorragend, die äussere bildet das Ende der Zangen, die innere ragt unter dem oberen Endglied hervor.

*variabilis*.

Unteres Endglied viel schmaler als bei *variabilis*, am Ende so ausgerandet, dass die innere Spitze länger als die äussere ist.

*pomorum* und *mesomelas*.

## Beschreibung der Arten.

Im I. Band seiner *Monographia Apum Angliae* pag. 207 fällt Kirby in Bezug auf die Unterscheidung der Hummelarten folgendes Urtheil: I know no family of which it is more difficult to distinguish the species than the present. Obwohl seit diesem Ausspruch ein Zeitraum von über 70 Jahren verstrichen ist und obwohl seitdem die Entomologie auf den meisten Gebieten Riesensfortschritte gemacht hat, ist ihr Fortschritt auf diesem Gebiete, wie auf vielen anderen der Hymenopterologie dem Schneckengang zu vergleichen. Freilich Manches ist besser geworden, namentlich eine Anzahl Species sind als blosse Varietäten erkannt und eingezogen worden, manche Arten sind jedoch noch heute ein Gegenstand der Meinungsverschiedenheit, theils was die Deutung der Beschreibung älterer Autoren betrifft, theils in Bezug auf ihre Stellung zu verwandten Arten und ihre Artberechtigung überhaupt. — Die kurzen Beschreibungen, wie sie Linné und Fabricius geben, hatten blos den ziemlich fraglichen Werth, einen lateinischen Namen und eine kurze Diagnose geliefert zu haben, die schon bei dem kleinen Kreis bekannter Arten knapp ausreichte, nach Entdeckung verwandter Arten jedoch auf diese ebenso gut passte und dann die Feststellung der dem Autor vorgelegenen Species erschwerte oder gar unmöglich machte. — Kirby lieferte desshalb zu den von ihm aufgestellten Arten genaue Beschreibungen, liess sich aber wieder zu sehr von den Farben verleiten und stellte Varietäten als Arten auf. Man sah nach ihm bald ein, dass man mit Aufstellung der Arten nach blosser Farbe u. s. w. nicht weit kommen würde, denn bei der ausserordentlichen Veränderlichkeit derselben war kein Ende abzusehen. Desshalb suchten zuerst Drowsen und Schiödt die Feststellung der Arten durch Untersuchen von Nestern zu erleichtern. Smith hat nach ihnen dieselbe Ansicht getheilt. „In den Wäldern, auf Feldern und Hügeln allein kann eine genaue Unterscheidung dieser Insekten erlangt werden“ sagt er. Jeder jetzt lebende Hymenopterolog hat sicherlich dieselbe Ansicht, allein ein endgültiges Urtheil lässt

sich auch hierdurch nicht erzielen. Zunächst ist das Missliche, dass von einigen Arten die Nester noch sehr wenig bekannt sind. So schreibt mir Smith, der nun an die 50 Jahre im Freien beobachtet hat, dass er das Nest von *Bombus soroënsis* noch nie gefunden habe. Die Art ist eben selten in England. Hierzu kommt der zweite Uebelstand, dass fremde Arten oft in Nester eindringen. So fand Smith Arbeiter des *B. agrorum* F. in den Nestern des *B. sylvarum* L. Ich selbst fand *B. variabilis* bei *B. agrorum*.

Ungemein erschwert wird schliesslich die Trennung der Species dadurch, dass Bastardirungen vorkommen. Smith berichtet (Entom. annual. pag. 45), dass er mehrere Pärchen von *Psithyrus rupestris* mit *B. lapidarius*; auch einmal *B. lapidarius* ♂ mit *B. terrestris* ♀ in copula gefunden habe. Hierzu macht Gerstäcker im Jahresbericht für 1850 die Bemerkung: „Ein abermaliger Beleg für die Erfahrung, dass gerade in Gattungen, deren Arten viele Schwierigkeiten für die Unterscheidung darbieten, Bastardirungen vorkommen.“ Einen Fall, den ich selbst beobachtete, habe ich bereits erwähnt. Seitdem mehr constante Kennzeichen, zumal die Gestalt der männlichen Genitalien, zur Unterscheidung der Arten herangezogen worden sind, ist eine Sichtung derselben bedeutend erleichtert worden. Ich habe desshalb dieser Abhandlung möglichst genaue Abbildungen der männlichen Organe beigelegt. Dass trotzdem bei der Verschiedenheit der Ansichten über Artbegriff die Zahl der angenommenen Species immerhin eine schwankende sein wird, habe ich bereits im Vorwort ausgesprochen.

Eine natürliche Gruppierung der Hummeln halte ich für eine ausserordentlich schwierige, ich möchte sagen, vergebliche Arbeit. Bloss auf ein einziges Merkmal Rücksicht zu nehmen z. B. auf die männlichen Genitalien, oder die Kopf- und Fühlerlänge, oder Farbe der Behaarung, würde ein sehr künstliches Resultat liefern, eine Berücksichtigung aller zugleich macht das Anordnen noch schwieriger, da viele Arten in dem einen Merkmal übereinstimmen, in dem anderen aber ganz verschieden sind.

Die nächstfolgende Anordnung erscheint mir wenigstens die natürlichste, soll aber, wie bemerkt, gar keinen Anspruch auf Gültigkeit machen. Manche Arten, wie *terrestris* und *hypnorum*, stehen sehr isolirt. Mit den nächstfolgenden Arten ist z. B. *terrestris* bloss durch seine Färbung und seinen Nestbau verwandt: *hypnorum* gleicht *pratorum* ausserordentlich durch die Gestalt der männlichen Genitalien. *Rajellus* schliesst sich durch ebendieselben

und durch seinen Nestbau dem sylvarum und arenicola an und vermittelt durch seine Färbung einen Uebergang zu lapidarius und confusus u. s. w.

- I. Sektion. 1. Gruppe. 1. terrestris.  
 II. Sektion. 2. Gruppe. 2. ruderatus. 3. hortorum.  
                   3. Gruppe. 4. Latreillellus. 5. elegans.  
 III. Sektion. 4. Gruppe. 6. mesomelas. 7. pomorum.  
 IV. Sektion. 5. Gruppe. 8. hypnorum.  
 V. Sektion. 6. Gruppe. 9. pratorum. 10. soroënsis.  
                   7. Gruppe. 11. mastrucatus. 12. lapidarius. 13. confusus.  
 VI. Sektion. 8. Gruppe. 14. Rajellus. 15. sylvarum. 16. arenicola.  
                   9. Gruppe. 17. agrorum. 18. muscorum. 19. variabilis.

### 1. *Bombus terrestris* L.

*Bombylius magnus*, niger, duplici in dorso area transversa fulva, cauda alba. Ray, Hist. Ins. pag. 248, n. 15.

*Bombylius major niger*, duplici transverso ductu luteo, alio supra scapulas.

*Bombylius maximus*, niger, cauda fulva.

*Apis terrestris* Lin. systema naturae 2, 960, 41 ♀; Fauna Suec. pag. 424 no. 1709 ♀.

Reaum. Ins. tom 6. Mem. I pag. 2 tab. 3 fig. 1.

Panz. Fn. Germ. 1, tab. 16.

Christ, Hymenopt. pag. 117, tab. 7 fig. 2.

Frisch, Ins. 9 tab. 13 fig. 1.

Schaeff. Icon. tab. 251 fig. 7.

Schaeff. Elem. Ent. tab. 20 fig. 6.

Kirby, Mon. Ap. Angl. II, 350, 97.

Müller, Faun. Ins. Fridr. 75, 648. Zool. Dan. 165, 1917.

Schrank, Ins. 796.

Huber, Observ. 225 tab. 25 fig. 7—9 ♂ ♀ ☿.

Fabr. Syst. Ent. p. 379 n. 5.

Fabr. Ent. Syst. II, 317, 8.

*Bombus terrestris* Fabr. Syst. Piez. 343, 4.

Westwood, Nat. Libr. XXXVIII, 243, 14.

Illiger, Magaz. f. Ins. V, p. 167 n. 21.

Zett. Ins. Lapp. 473, 4.

Walckenaer, Faun. Par. II, 145 ♀.

Cuvier, R. A. V, 360.

Dahlbom, Monogr. Bomb. Scand. p. 34, n. 5.

Drewsen et Schiödte, 118 n. 12.

Nylander, adnot. in exp. monog. Ap. bor. 232, n. 13.

Nylander, revis. Ap. Bor. 262, 7 (nec var.).

Smith, Zool. II, 547, 10.

Smith, Cat. of Brit. Ac. Hym. 103, 11 ♂ ♀ ☿.

Smith, Bees of Great Br. 224 n. 12.

NB. Smith hält jetzt die von ihm an letzterer Stelle als terrestris beschriebene Art als verschieden von dem *B. terrestris* L., den er jetzt mit *B. lucorum* zusammenzieht. Das Auszeichnende des *B. terrestris* Smith (*B. virginalis* K.) wäre der gelbe After des ♀ und, wie Smith selbst brieflich betont, der schwarze Kopf des ♂. Ich habe von ihm alle Geschlechter erhalten. Die ♂ stimmen ganz genau mit der von mir als *B. terrestris* ♂ angenommenen Normalfärbung (A, a). Da die ♀ bei uns stets mit weissem After vorkommen, so halte ich den *B. terrestris* Smith (unter diesem Namen erhielt ich ihn von ihm, in der 2. Auflage beschreibt er ihn als *Bombus virginalis* Kirby) bloß für eine Färbung des *B. terrestris* L.

Schenck, Nass. Jahrb. XIV p. 149, 1.

Thomson, Hym. Scand. II, 32, 11.

*Bombus dissectus* Gyllenh. et Boheman in litteris. Ist eine Varietät mit unterbrochener gelber Binde des Hinterleibs.

<i>Apis cryptarum</i> Fabr. Syst. Ent. 379, 6	} Varietät des ♀ mit rudimentärer Thoraxbinde.
Fabr. Ent. Syst. II, 317, 9	
<i>Bombus cryptarum</i> Fabr. Syst. Piez. 344, 5	

*Apis lucorum* Lin. Syst. nat. II, 961, 48. Faun. Suec. 1716 ♂. Fabr. Syst. Ent. 382, 20.

Fabr. Ent. Syst. II, 322, 33.

Müller, Zool. Dan. n. 1926.

Kirby, Mon. Ap. Angl. II, 336, 89.

*Bombus lucorum* Fabr. Syst. Piez. 350, 37.

Illiger, Magazin f. Ins. V, 166, n. 15.

Dahlbom, Bomb. Scand. p. 42 n. 20 ♂.

NB. Nach Nylander Adnot. 232, 12 soll dieses ♂ zu *B. Scrimshirani* gehören. Ich weiss nicht, woraus er dies schliesst. Dagegen zieht er richtig die *Apis lucorum* K. zu terrestris. Ich glaube mit Schenck, dass *Apis lucorum* K. und *Bombus lucorum* Dhlb. identisch sind.

Smith, Zool. II, 546, 6 ♂, ♀, ☿.

Smith, Bees of Gr. Br. 225, 13.



Smith, Bees of Gr. Br. II. Ed. 1876. p. 212 n. 15.

*Apis caespitum* Panzer, Faun. Germ. 31, 19 ♂.

*Apis virginalis* Kirby, Mon. Ap. Angl. II, 349, 96. (Nach Thomson zu *soroënsis* gehörig, was mir nicht scheint.)

*Bombus virginalis* Illiger, Magazin f. Ins. V, 167, 20.

Dahlb. Bomb. Sc. 35, 6 ♀ ♂.

Nyland. Adnot. p. 233, 14.

Smith, Bees of Gr. Britain, II. Ed. 1876. Derselbe ist = *Bombus terrestris* Smith, unter welchem Namen ich ihn von Smith erhielt. Es ist derselbe, den er früher als *B. terrestris* L. beschrieb.

*Apis hortorum* Fabr. Syst. Ent. 380, 13. Ent. Syst. II, 320, 22.

*Bombus hortorum* Fabr. Syst. Piez. 347, 21.

*Bremus fasciatus* Panzer, Heft 90, n. 17. (Ist ohne Zweifel *B. terrestris* var. *lucorum*.)

? *Bombus soroënsis* F. Dies ist wenigstens die Ansicht von Morawitz, der den ächten *B. soroënsis* F. für eine Varietät des *terrestris* L. hält, die nach ihm bei Petersburg vorkommt. (Nachtrag zur Bienenfauna Russlands. 1873.) Es wäre mithin ein *B. terrestris* L., dem beide gelbe Binden fehlen. Bereits Kirby denkt sich den *B. soroënsis* F. so entstanden. Er sagt II, p. 354: If the band vanishes from the thorax, it may vanish, likewise, for aught we know, from the abdomen; in that case  $\alpha$  would become *A. soroënsis* Fabr. Weiteres bei *B. soroënsis*.

? *Bombus sporadicus* Nylander, Ap. bor. 233, 15. Thomson zieht ihn zu *terrestris*. Da jedoch nach Nylander beim ♀ das Schildchen sowie die beiden ersten Segmente gelb gefärbt sind, so erscheint mir die Sache etwas fraglich, da mir eine derartige Varietät des ♀ nicht bekannt geworden ist. Immerhin mag sie vorkommen.

Ebenso zieht Thomson die *Apis autumnalis* Fab. Ent. Syst. 324, 43 hierher, bei welcher die gelben Binden weisslich sind.

## ♀

Länge 24—28 mm, Breite 40—45 mm, Schaft 3 mm, Geißel 5,5 mm. Kopf kurz, von vorn gesehen fast rund. Gestalt breit und gedrungen, der Hinterleib nicht spitz erscheinend, weil die weissen Haare der Endsegmente abstehen. Behaarung lang und dicht, pelzartig, nicht zottig wie bei *B. pomorum*. Schwarz, Tho-

rax am Vorderrande mit gelber Binde, ebenso Segment 2. Endrand des 4. Segmentes und das ganze 5. Segment weiss. Das letzte Segment fast nackt, kurz schwarz behaart. Unterseite dunkel, die weisse Afterfärbung sich weiter nach unten erstreckend, als die gelben Binden. Körbchenhaare schwarz. Fersen theilweis und Tarsen kurz rothbraun behaart. Das Gelb ist entweder dunkel oder hell. Letztere Färbung nahm Smith bisher als *B. lucorum* L. an. Wie bereits erwähnt, hält er sie jedoch jetzt auch nur für eine Varietät. Sie würde also als *B. terrestris* var. *lucorum* zu bezeichnen sein. Als fernere Varietäten sind noch anzuführen:

Die Binde des Thorax rudimentär. *B. terrestris* var. *cryptarum* F.

Abdomen mit unterbrochener gelber Binde. *B. terrestris* var. *dissectus* Gyllenh.

Eine sehr schöne Varietät ist mir in den letzten Jahren mehrfach vorgekommen, zuerst nur bei ♂. Bei ihr sind die Beine mit Einschluss der Körbchenhaare und die Unterseite des Körpers rostroth behaart. Selten zeigen die weissen Endsegmente hierher gehörender Weibchen eingemengte rostgelbe Haare, was bei den Männchen meist der Fall ist. Ich nenne diese auffallende Färbung:

*Bombus terrestris* var. *ferrugineus*.

Exemplare mit sehr schmaler Thoraxbinde sind in Thüringen keine Seltenheiten, besonders im Herbst, die Var. *dissectus* ist mir noch nicht vorgekommen. — Sehr interessant würde es sein, wenn in Thüringen oder Deutschland überhaupt das ♀ von *B. terrestris* mit gelben Endsegmenten aufgefunden würde.



Länge 12—18<sup>mm</sup>. In der Färbung ganz mit dem ♀ übereinstimmend, ebenso wie dieses mit hell- oder dunkelgelber Zeichnung.



Länge 16—20<sup>mm</sup>, gewöhnlich 18<sup>mm</sup>. Breite 34—38<sup>mm</sup>. Ich besitze auch Exemplare von 12<sup>mm</sup> Länge und 25<sup>mm</sup> Breite, sie sind jedoch sehr selten. Schaft 2<sup>mm</sup>, Geisel 5<sup>mm</sup>. Kopf kurz. Hinterschienen fast mit Körbchen. Die Behaarung sehr lang und dicht, aber weich und desshalb sammetartig erscheinend. Körper plump wie beim ♀.

Das Männchen variirt weit mehr als das Weibchen und zeigt ebenfalls 2 Hauptfärbungen, deren Unterschied in dem helleren oder dunkleren Gelb besteht. Die Endsegmente sind bei beiden weiss gefärbt. Die dunklere, orangegelbe Färbung, deren Gelb, wie Smith richtig angibt, immer etwas heller als bei dem ♀ ist, entspricht also *B. terrestris* und ist weniger dem Variiren ausgesetzt. Die Färbung ist ganz wie bei dem ♀, ebenso variirt die Breite der Binde auf dem Prothorax. Der Kopfschild ist ganz schwarz behaart. Die Beine sind bei der Grundform ebenfalls schwarz behaart, zeigen aber oft eingemengte, weissgraue Haare. Bei der Aberration *ferrugineus* ist der Kopfschild rostgelb behaart, meist zeigen dann auch die schwarzen Binden auf Segment 3 und 4 rostgelbe Querbinden, ebenso die weissen Endsegmente.

Die hellere, citrongelbe Färbung (*B. lucorum* Smith) variirt weit mehr. Die Grundfärbung, die der des ♀ entspricht, bei der also Kopf, Schildchen, Segment 1, 3 und 4 und Beine schwarz gefärbt sind und höchstens nur zerstreute blasse Haare zeigen, ist die seltenste. Smith scheint sie gar nicht bekannt zu sein. Kirby beschreibt diese Färbung annähernd unter *Apis virginalis*. Desshalb will mir auch dieser Name, den Smith in der 2. Auflage seiner *Bees of Great Britain* für die dunkle Färbung des *terrestris* (*Bombus terrestris* Smith) eingeführt hat, nicht passen. Kirby sagt von dem ♂, das Smith allein citirt, *Abdomen segmentis duobus anticis hirsutis citrinis, proximis duobus atris, ano albo*. Beim *Bombus virginalis* Smith dagegen ist das 1. Segment schwarz, das Gelb dunkelgelb und der After nicht weiss, sondern schmutzig-gelb. — Meist jedoch ist die Färbung viel heller. Namentlich ist der Kopfschild, das Schildchen und Segment 1 blassgelb gefärbt. Nicht selten zeigt ferner die schwarze Binde des Thorax und des Abdomen eingemengte gelbe Haare, sodass schliesslich fast das ganze Thier gelb wird, mit undeutlicher schwarzer Thorax- und Abdomenbinde und weissen Aftersegmenten. Dies ist die eigentliche *Apis lucorum* L., Abgeblichen sieht dann das Thier weisslich aus, in Thüringen keineswegs eine seltene Erscheinung, vielleicht die *Apis autumnalis* Fabr. Es ergibt sich nun folgende Tabelle:

A. Gelbe Zeichnung hell orangegelb. (*B. terrestris*.)

- a. Kopf, Schildchen, Segment 1, 3 und 5 schwarz, zuweilen mit einzelnen eingemengten gelblichen Haaren, oder die Spitzen der Haare weisslich. Die Färbung also dem ♀ entsprechend.

*Bombus terrestris* ♂.

- b. Unterseite, Beine, Kopfschild rostgelb behaart, Segment 3 und 4 zuweilen mit solchen Binden.

*Bombus terrestris* var. *ferrugineus* ♂.

B. Gelbe Zeichnung blass citronengelb (*B. terrestris* v. *lucorum*).

- a. Kopfschild, Schildchen, Segment 1, 3 und 4 schwarz, Segment 1 zuweilen mit einzelnen gelben Haaren.  
b. Dieselben Theile, besonders das Schildchen gelb gefärbt. Die gelbe Färbung oft weit ausgedehnt.

Genitalien: Klappen fast so lang als die Zangen, der ganzen Länge nach breit und ebenso endend, am unteren Rande mit runder Ausbuchtung. Der Stiel sehr lang und die Endglieder fast ganz bedeckend. Beide Endglieder sind gleich lang und ragen nach innen mit zangenförmig gegen einander gestellten hakenförmigen Fortsätzen. Das obere Endglied nach innen über der Mitte mit einem Zahn.

Die Genitalien von *B. terrestris* haben mit keiner anderen in Thüringen vorkommenden Art die mindeste Aehnlichkeit.

*Bombus terrestris* erscheint am frühesten im Jahre. In Thüringen locken die ersten warmen Frühlingstage Ende März und Anfang April die überwinterten Weibchen hervor, die mit tiefem Gebrumm mit Vorliebe an blühenden Stachelbeerbüschen und Weidenkätzchen fliegen. Die Männchen erscheinen Mitte Sommer besonders auf Disteln und sind die trügsten von allen Hummelmännchen. Ihr Flug ist schwerfällig und ihr Summen hat den tiefsten Ton. Die jungen Weibchen habe ich nie früher als Ende August bemerkt; sie gehören mit zu denen, die man am häufigsten im Herbst findet.

Wie ihr Name ausdrückt, nistet diese Hummel unter der Erde; ich habe ihr Nest nicht selten auch in Mauerlöchern gefunden, aber stets dicht über dem Boden. Sie legen dasselbe gern tief an, nach Smith bis zu 5 Fuss, wenn der Boden locker ist. Das Nest ist von allen Arten am zahlreichsten bevölkert und enthält nicht selten mehrere Hunderte von Individuen. In der Verteidigung ihres Nestes zeigt sich *Bombus terrestris* am kühnsten. Nach Smith soll gerade die dunkle Färbung Angreifer mit Stichen abweisen. Er erhielt die Nester dadurch, dass er sie chloroformirte. Wie es scheint über ganz Europa verbreitet, nach Dahlbom bis in den hohen Norden. In Thüringen überall häufig.

## 2. *Bombus ruderatus* Fabr.

*Apis ruderata* Fabr. Ent. Syst. II, 317, 10.

*Bombus ruderatus* Fabr. Syst. Piez. 344, 6.

Smith, Bees of Gr. Br. p. 230, Anmerkung zu *Bombus hortorum*.

(Er sagt hier: I formerly regarded the *B. ruderatus* of Fabricius as synonymous with this, but it is certainly distinct.)

Schenck, Nachtrag von 1868 p. 6 (274) no. 3.

— Berliner Entom. Zeitung 1873 p. 246.

Thomson, Hymen. Scand. p. 25 n. 3.

*Bombus Tunstallanus* Drewsen et Schiödte pag. 119 n. 14.

NB. Dass diese beiden Autoren unter ihrem *B. Tunstallanus* nicht das ♀ zu *B. Latreillellus* ♂ verstehen, sondern vorliegende Species ergibt sich nicht sowohl aus der Beschreibung, als besonders aus einer brieflichen Notiz Drewsen's an mich, wo er *B. Tunstallanus* Kirby mit der *Apis ruderata* F. gleichstellt. — Mit den übrigen Autoren halte ich, abweichend von Drewsen und Schiödte die *Apis Tunstallana* K. nicht für den *B. ruderatus* ♀, sondern für das ♀ von *Apis Latreillella* Kirby. Nach Smith ist das typische Exemplar im Cabinet der Entomologischen Gesellschaft in London.

*Apis Harrisella* Kirby, Mon. Ap. Angliae. II, 373 n. 110.

Thomson führt sie als synonym zu *B. ruderatus* an. Auch ich bin dieser Meinung, nachdem ich ganz schwarze Exemplare des *B. ruderatus* von Smith erhalten habe. Herr Dr. Kriechbaumer ist geneigt in der *Apis Harrisella* eine Varietät von *hortorum* zu erblicken, was schliesslich auf eins herauskommen würde, da ja Kirby *hortorum* und *ruderatus* nicht unterscheidet.

*Bombus hortorum* var. β. Kirby, Mon. Ap. Angl. II p. 341.

Ich glaube mit Kriechbaumer, dass die Beschreibung: „major, abdominis basi utrinque macula citrina“ sicherlich auf *B. ruderatus* geht.

*Bombus hortorum* Dahlbom, Bomb. Scand. 38 n. 12 (theilweis).

Dass Dahlbom auch den *ruderatus* mit unter *hortorum* beschrieben hat, ergibt sich schon aus dem Attribut „magna“. Ganz besonders aber erhellt es daraus, dass er 12 schwedische Exemplare als *B. hortorum* var. α. normalis an

Kriechbaumer sandte, wovon 2 ♀, 1 ♂ und 2 ♂ zu *ru-deratus*, 1 ♀, 2 grössere, 3 kleinere ♂ und 1 ♂ zu *hortorum* gehörten, woraus zu ersehen ist, dass er diese beiden Arten nicht einmal als Varietäten unterschied.

*Bombus subterraneus* Smith, Bees of Gr. Br. p. 232 n. 18. Exemplare, die ich von Smith erhielt, worunter ganz schwarze, liessen mir keinen Zweifel, dass dieselben zu *ru-deratus* gehörten. Zumal der rothgelbe Kiefernbart und die charakteristischen Genitalien der Männchen bewiesen dies klar. Selbst bei den fast schwarzen Exemplaren war die helle Zeichnung durch Spuren angedeutet. Während also bei uns *ru-deratus* sehr wenig variirt, findet in England gerade das Gegentheil statt. Auch Schenck erwähnt, dass ihm Smith ein ♀ des *ru-deratus* als *subterraneus* L. geschickt habe.

Gribodo hält den *Bombus ligusticus* Sp. (*scutellaris* Jur.) für eine südliche Form des ♀ von *ru-deratus*, indem er sich darauf stützt, dass er von *ligusticus* bloß ♀, von *ru-deratus* nur ♂ und ♂ fing. Auch fing er Uebergänge des *ligusticus* ♀ zu *ru-deratus*. Ich besitze bloß ein Weibchen von *ligusticus* durch die Güte des H. Dr. Kriechbaumer, muss aber gestehen, dass, wenn einmal *hortorum* und *ru-deratus* getrennt wird, ich eine Vereinigung des *ligusticus* mit letzterem nicht zulässig halte. Die schwarzbraunen Flügel und die schöngelbe Färbung des Thorax weichen doch zu sehr ab. Es versteht sich jedoch von selbst, dass ich hierin gar kein bestimmtes Urtheil abgeben kann.

Fabricius führt bei seinem *B. ru-deratus* kein Kennzeichen an, was nicht zugleich auf *B. hortorum* L. passte. Möglicherweise haben also die Autoren z. B. Kirby Recht, wenn sie meinen, beide seien identisch. Als Vaterland des *ru-deratus* gibt Fabricius Kopenhagen und Madeira an. Illiger scheint zuerst die Ansicht gehabt zu haben, dass 2 Arten hier vermengt sind. Er sagt im 5. Band pag. 166: Die sehr ähnliche Hummel aus Madeira, deren Fabricius an anderen Orten erwähnt, ist verschieden und kommt unten als *B. Ruinarum* Illig. vor. Die späteren Autoren stellten *B. ru-deratus* F. als synonym zu *B. hortorum* L. Drewsen und Schiödt thun dasselbe, trennen aber zuerst die beiden bisher vermengten Arten und beschreiben die grössere als *B. Tunstallanus* Kirby. Man vergleiche darüber die Notiz in der Synonymie. Ebenso trennt sie nach ihnen Smith. Er bestätigt die Angabe von Fabricius, indem er berichtet, dass

Wollaston den *B. ruderatus* in Menge auf Madeira gefunden habe. Die daselbst gefundenen Exemplare sind identisch mit dem in Deutschland und sonst noch vorkommenden *ruderatus*. Durch die Güte von Smith besitze ich typische Exemplare. Er hält jetzt, entgegengesetzt seiner früheren Meinung, den *B. ruderatus* F. nur für eine grössere Varietät des *hortorum* L. und stützt sich besonders auf die gleichen Genitalien der ♂. Eine Gleichheit der letzteren ist jedenfalls aber nicht ausreichend um Arten zusammenzuziehen. Ich gestehe gern ein, dass diese beiden Arten nicht ganz scharf begrenzt sind und glaube entschieden, dass zwischen diesen beiden Arten häufig Bastardirungen vorkommen; wie sie der gleiche Bau der männlichen Genitalien sehr erklärlich macht, woraus folgt, dass in manchen Fällen ein scharfer Unterschied nicht zu ziehen ist. Exemplare, die ich zumal im letzten Jahre fing, machen die Trennung sehr schwer.



Grösser als *B. hortorum* 25—28<sup>mm</sup> lang, über 40<sup>mm</sup> breit. In Gestalt und Farbe beim ersten Anblick einem ungewöhnlich grossen Exemplar des *B. hortorum* gleich. Ausser der auffallenden Grösse unterscheidet sich *ruderatus* von letzterem noch dadurch, dass die Behaarung etwas kürzer und gleichmässiger ist, dass das zweite Segment mitten an der Basis meist gar keine, selten einige wenige gelbe Haare zeigt und dass wenigstens bei frischen Exemplaren der Aussensaum der Flügel dunkeler und schärfer abgegrenzt erscheint. Das obere Endsegment ist an der hinteren Hälfte grob gekörnelt, doch zeigt auch *B. hortorum* zuweilen eine derartige Skulptur. Ein Merkmal, das ich noch von keinem Autor erwähnt gefunden habe und das wenigstens an meinen ziemlich zahlreichen Exemplaren zutrifft, besteht darin, dass die gelben Haarbüschel zu beiden Seiten des 1. Segmentes an der Basis des Hinterleibs von gleichlangen schwarzen Haaren umsäumt sind, während diese bei *B. hortorum* fast unmerklich auftreten. Auf die Gestalt des Hinterleibs, welche nach einigen Autoren bei *ruderatus* nicht so spitz dreieckig wie bei *hortorum* sein soll, möchte ich kein grosses Gewicht legen. Zumal bei Exemplaren in der Sammlung, wo der Hinterleib oft eingezogen erscheint, lässt sich gar kein Unterschied auffinden. Am wenigsten möchte ich mit Schenck behaupten, dass der Hinterleib bei *ruderatus* mehr länglich sei; eher bin ich mit Kriechbaumer gerade für das Gegentheil. Nach dem letztgenannten Autor be-



steht ein Hauptunterschied zwischen *B. ruderatus* und *hortorum* in dem verschiedenen Widerstand, welche beide Arten gegen das Vordringen der schwarzen Haare zeigen. Während bei *ruderatus* die gelben Binden auf Prothorax, Schildchen und 1. Segment beim Variiren in das Schwarze, wenn auch verschmälert, so doch noch dicht geschlossen erscheinen, drängen sich bei *hortorum* überall zwischen die gelben Haare schwarze ein bis zum völligen Verschwinden der ersteren, sodass bei einem gleichen Schicksal der weissen Aftersegmente eine ganz schwarze Färbung entsteht, die jedenfalls auch mit in der *Apis Harrisella* Kirby enthalten ist. Was *B. hortorum* betrifft, so kann ich diese Wahrnehmung in der Varietät *nigricans* bestätigen, auch in Bezug auf *ruderatus* schliesse ich mich Kriechbaumer's Ansicht an. Ueber die Uebergänge zur schwarzen Varietät des *Bombus ruderatus* (*B. subterraneus* Smith, theilweis) würde Smith am besten Auskunft geben können, da ja *B. ruderatus* in England ausserordentlich zu variiren scheint, während dies bei uns in nur sehr beschränktem Maasse der Fall ist.



Unterschiede von *hortorum* ♀ wie bei dem ♀, aber meist nicht sehr deutlich, desshalb die Trennung zuweilen sehr schwierig. Auffallend häufig sind die sogenannten grossen Arbeiter, die zuweilen an Grösse die Weibchen von *hortorum* erreichen.



Leichter als die ♀ sind die ♂ zu unterscheiden. Der gelbe Kiefernbart kennzeichnet sie sofort, während derselbe bei *hortorum* schwarz gefärbt ist. Freilich sind mir hier, wo die ♂ von beiden Arten zahlreich zusammenfliegen, auch Uebergänge vorgekommen, die sich wohl auf Bastardirungen zurückführen lassen. Ein anderes Unterscheidungsmerkmal sind die schön hellgelben Thoraxseiten, wie das ♂ von *ruderatus* überhaupt durch hellere Färbung von *hortorum* ♂ absticht. Die Grösse ist bei beiden dieselbe. Die Genitalien sind bei *ruderatus* und *hortorum* gleich. Thomson gibt an, dass die äussere Grube am Stiel bei *ruderatus* weniger lang und tief sei. Man vergleiche die Beschreibung bei *hortorum*. Von Varietäten der Männchen ist mir nur eine zeitweilig vorgekommen. Sie besteht darin, dass die gelben Haare fast eine weisse Farbe haben. Ich würde sie *B. ruderatus*

var. *albicans* nennen. Möglicherweise kommt dieselbe Färbung auch bei *hortorum* ♂ vor.

Diese stattliche Hummel scheint weitverbreitet zu sein, da sie in den meisten Ländern Europas aufgefunden worden ist, und, wie erwähnt, auch auf Madeira in Menge vorkommt. Sie scheint jedoch, namentlich im Norden, meist selten zu sein, ist nach Kriechbaumer auch im südlichen Bayern und der Schweiz keineswegs häufig, während *hortorum* daselbst gemein ist. Nach den Beobachtungen desselben Autors kommt *runderatus* besonders in Ebenen und in Thalsohlen vor und ist in Gebirgsgegenden selten. Der Umstand, dass *runderatus* in Thüringen keineswegs selten ist, an manchen Orten sogar häufig genannt werden kann, stimmt nicht mit dieser Beobachtung. So fand ich letzten Herbst auf dem Kalkplateau zwischen Stadtilm und Erfurt die grossen Weibchen in zahlreichen prachtvollen Exemplaren auf Kleeäckern. — Die überwinterten Weibchen erscheinen nie vor der ersten Woche des Mai, ich besitze auch tadellose Exemplare noch vom 25. Mai. Die Arbeiter und Männchen fliegen mit Vorliebe auf Kleeefeldern zusammen mit denen von *hortorum* und sind hier keineswegs eine Seltenheit. Ende August und den ganzen September hindurch bis in den October hinein, erscheinen die jungen grossen Weibchen und besuchen regelmässig die Blüthen von *Trifolium pratense*, an denen sie meist träg hängen und aufgescheucht meist mehrere Sekunden schwirren, ehe sie sich trügen Fluges erheben.

Das Nest wie bei *Bombus hortorum*.

### 3. *Bombus hortorum* L.

*Bombylius major*, niger, ano albo, cum triplici transversa areola lutea, linguam in 5 filamenta longa nigra divisam fulvam ex ore exerens.

Ray, Hist. Ins. p. 248, n. 11.

*Apis nigra*, thoracis basi et apice, abdominisque basi flavis; ano albo.

Geoffr. Hist. Ins. II, p. 418 n. 25.

*Apis hortorum* Lin. Syst. Nat. I, 960 n. 42. Fn. Su. p. 424 n. 1710.

Schrank, Enum. Ins. Austr. n. 797.

Ross, Fn. Etrusc. n. 903.

Kirby, Mon. Ap. Angl. II, p. 339 n. 91.

Huber, Observ. 226. tab. 25 fig. 10—12.

*Bombus hortorum* Latr. Hist. Nat. XIV, 65, 5 ♀.

Illig. Magaz. V, 166, 17.

Walck. Fn. Par. II, 146.

Dahlb. Bomb. Sc. 38, 12 ♂ ♀ ♂ (schliesst *runderatus* ein).

Seidl, Hummeln Böhmens p. 72, no. 17.

St. Fargeau, Hym. I, 466, 12.

Drewsen und Schiödte, 120 n. 15.

Smith, Zool. II, 546, 7.

Nylander, Ap. Bor. p. 231, 11.

Smith, Bees of Gr. Br. p. 230, 16.

Schenck, Nass. Jahrb. Heft XIV, p. 150 n. 2.

Thomson, Opusc. 253, 7.

Thomson, Hym. Scand. II, 24, 2.

Smith, Bees of Gr. Br. II, Ed. 1876 p. 214 n. 17.

*Apis paludosa* Müller, Zool. Dan. n. 119, *hirsuta nigra*, thorace antice posticeque, abdomine antice, flavis, ano albo.

<i>Apis ruderata</i> Fabr. Ent. Syst. II,	} enthält jedenfalls auch
317, 10	
<i>Bombus ruderatus</i> Fabr. Syst.	
Piez. 344, 6	} den <i>hortorum</i> . Siehe
	} weiter unten.

Der *Bombus hortorum* Fabr. ist nicht die vorliegende Species, sondern ist gleich einer Färbung des *B. terrestris* var. *lucorum*. Bereits Kirby sucht diese eigenthümliche Erscheinung zu erklären. Er sagt Band II, pag. 341: Linneus, in his description of this insect (*B. hortorum*), takes no notice of the yellow hairs which cover its scutellum. This circumstance induced Fabricius to consider another as *A. hortorum* and to give this as a new species under the name of *A. ruderata*. It is however the genuine *A. hortorum*, as appears upon a comparison of it with the authentic specimen of the Linnean cabinet. — Sicherlich hat Fabricius den *B. hortorum* L. wohl gekannt, da ja diese Species im Norden ganz häufig ist, und wird sie wohl auch beschrieben haben. Dies kann dann blos, wie es Kirby annimmt, sein *Bombus ruderatus* sein. Auffallend bleibt dann immerhin, dass er nur Copenhagen und Madeira als Fundorte anführt.

Der Name *runderatus* ist nun auf die vorige Art angewandt worden, die Fabricius sicherlich auch bekannt war (schon weil er Madeira anführt, wo *runderatus* sehr häufig ist), die er aber nicht trennte, wie es ja die meisten Autoren nach ihm z. B. Dahlbom ebenfalls nicht thun und auch Smith noch jetzt den *B. ruderatus* als blosse Varietät zu *hortorum* zieht. — Die *Apis hor-*

torum Müller ist wahrscheinlich = *Apis hortorum* Fabr. also *terrestris* L.

Zu dem *Bombus hortorum* gehören sicherlich auch Formen des *subterraneus* L., namentlich scheint dies bei Smith der Fall zu sein, obwohl die Exemplare, die er mir als *subterraneus* schickte, sämmtlich zu *runderatus* gehörten. Wie ich bereits bei der vorigen Species erörtert habe, enthält die *Apis Harrisella* Kirby wahrscheinlich nicht bloss ganz schwarze Färbungen des *runderatus*, sondern auch des *hortorum*, da dieser von den 3 Arten, welche, wie es scheint, den *B. subterraneus* L. ausmachen, nämlich *B. Latreillellus*, *hortorum* und *runderatus*, wenigstens in Deutschland, am meisten geneigt ist, die gelben Haare durch schwarze zu verdrängen. Ob *hortorum* auch in England bis ganz schwarz variirt, weiss ich nicht. Man darf es wohl aber annehmen, da es doch der ganz verwandte *runderatus* thut.



20—25<sup>mm</sup> lang, bis 40<sup>mm</sup> breit. Kopf verlängert, Clypeus in der Mitte spiegelblank. Schaft 2,5<sup>mm</sup>, Geißel 5<sup>mm</sup>. 2. Glied derselben nach der Basis stark verschmälert. Hinterferse breit, oben bogenförmig. Endsegment oben an der Endhälfte runzelig, selten wie bei *runderatus* gekörnelt.

Thorax schwarz, vorn mit breiter, schöngelber Binde, die sich etwas unter die Flügelbasis herabzieht. Schildchen, Segment 1 und Basis des Segmentes 2 in der Mitte ebenfalls schön gelb. Die Haare des 1. Segmentes zu beiden Seiten büschelartig. Der übrige Theil des 2. Segmentes sowie des 3. schwarz. Letzteres am Endrand, sowie 4 und 5 weiss. Endsegment oben dünn und kurz schwarz behaart. Unterseite und Beine mit Ausnahme der rostrothen Tarsen schwarz. Bauchsegmente am Ende dünn weiss gefranst.

Varietäten: Smith sagt im *Catal. of the Bees of Gr. Brit.* pag. 230, er habe keine Varietäten dieser Species kennen gelernt; es scheint jedoch, als wenn er aus Mangel an Zwischenformen hierher gehörenden Färbungen einen anderen Platz, wahrscheinlich, wie bereits in der Synonymie erwähnt, unter *B. subterraneus* angewiesen habe. Soviel steht wenigstens fest, dass *B. hortorum* variirt und zwar zeigt er eine entschiedene Neigung, die gelben Haare durch schwarze zu verdrängen. Wie bei *B. terrestris*, besonders im Norden, die gelben Binden rudimentär werden können, so kann wie bei *runderatus* durch ein ähnliches, all-

mähliges Verschwinden der gelben und weissen Haare aus *B. hortorum* eine Form der *Apis Harrisella* K. werden.

Von derartigen Uebergängen ist mir in Thüringen blos die folgende vorgekommen: Schwarz, Prothorax mit weit schmälerer, nicht so schöngelber Binde. Schildchen am Ende mit einem schmalen Halbkreis gelber Haare. Die schwarze Farbe bildet also auf dem Thorax nicht eine Binde, sondern ungefähr einen Kreis. Die gelben Haare auf dem ersten Segment auf die beiden Seitenbüschel beschränkt, in der Mitte breit unterbrochen. Basis des 2. Segmentes mitten schmal gelb.

Diese leicht kenntliche Varietät, für die ich den Namen *B. hortorum* var. *nigricans* vorschlagen würde, findet sich in allen 3 Geschlechtern und ist jedenfalls identisch mit der von Thomson auf Seite 24 beschriebenen Varietät i.



Die Grösse sehr variabel, meist 15—20<sup>mm</sup> lang. Grosse Arbeiter sind wie bei *ruderratus* sehr häufig. Die Zeichnung wie beim ♀ ebenso die Varietäten.



Durchschnittlich 20<sup>mm</sup> lang. Körper schlank. Fühler verlängert, Schaft 2, Geißel 6<sup>mm</sup>. Kopfschild sparsam, aber grob punktirt. Kiefernart schwarz (der Hauptunterschied von *ruderratus* ♂). Hinterferse lang und ziemlich breit. Zeichnung wie bei ♀ und ♂, das Endsegment ziemlich lang schwarz behaart. Wie die übrigen Hummelmännchen zeigt auch *hortorum* das Bestreben sich durch hellere Färbung vor den Weibchen auszuzeichnen. So gewinnt die gelbe Färbung am Thorax eine ziemliche Ausdehnung, sodass die schwarze Binde im Verhältniss schmäler als bei ♀ und ♂ ist. Ebenso zieht sich die gelbe Binde des Prothorax an den Seiten weiter hinunter und erstreckt sich gleichzeitig nach hinten unter die Flügelbasis.

Um so auffallender ist deshalb die Varietät *nigricans*, wo Prothorax und Schildchen blos mit schmalen gelben Binden versehen sind.

Genitalien: Klappen die Mitte des oberen Endgliedes erreichend, messerklingenartig, am Unterrande sägezählig. Das obere Endglied eigenthümlich gebildet. Oben breit schaufelförmig, gewölbt, vorn abwärts zum unteren Endglied gebogen und allmählig sich verschmälernd. Unten in eine Art Angelhaken aus-

laufend, einwärts gekrümmt, mit Widerhaken nach oben, der bei senkrechtem Blick nicht sichtbar ist. Das untere Endglied über das obere hervorragend, schmal, jenseits der Mitte am vorderen Rand plötzlich verschmälert, in 2 Zinken endend. Die äussere Zinke länger, an der Spitze nach vorn umgekrümmt, die untere kurz und einwärts gerichtet.

*Bombus hortorum* L. ist, wie es scheint, eine der häufigsten Hummelarten. Nach Kriechbaumer steigt er hoch in die Alpen hinauf. In Thüringen ist er ebenfalls nicht selten, doch kann ich nicht sagen, dass er hier so gemein ist, wie von anderen Gegenden berichtet wird. Diese Art erscheint stets 14 Tage bis 3 Wochen später als *B. terrestris*. Ich traf sie immer erst in der letzten Woche des April. Während *B. terrestris* dann mit Vorliebe die blühenden Stachelbeerbüsche aufsucht, ist *B. hortorum* meist an den ersten Frühlingsblumen anzutreffen, so namentlich an den Blüthen von *Pulmonaria*, *Galeobdolon*, *Lamium*, *Orobus* u. a. *Bombus hortorum* ♀ hat von allen Bienen den längsten Rüssel, sie spielt desshalb bei der Befruchtung der Blumen eine ausserordentlich wichtige Rolle, ja viele entomophile Blüthen sind blos auf sie angewiesen. (Man vergleiche hierüber die hochinteressanten Werke von Sprengel: Das entdeckte Geheimniss der Natur; Hermann Müller: Befruchtung der Blumen durch Insekten; Lubbock: Blumen und Insekten; und vor Allen die Werke Darwins selbst.)

Die ♀ und ♂ sind im Sommer und Anfang Herbst mit Vorliebe auf Klee zu finden, hier bei Gumperda stets in grosser Menge. Selten besuchen sie andere Blumen. Auffallend gering dagegen habe ich die Zahl der grossen Weibchen im Herbst gefunden, während dieselben von *B. ruderatus* gar nicht selten waren.

Das grosse Nest wird unter der Erde angelegt und ist stark bevölkert.

#### 4. *Bombus Latreillellus* Kirby.

*Apis Latreillella* Kirby, Mon. Ap. Angl. II, 330, 84 ♂.

(Typus im Cabinet der Entom. Gesellsch. in London.)

*Bombus Latreillanus* Illiger, Mag. V, p. 165, 11 ♂.

*Bombus Latreillellus* Dahlb. Bomb. Scand. p. 39 n. 14 ♂.

Drews. et Schiödde, 120, 16 ♂.

Nylander, Ap. Bor. p. 234 n. 18 ♂.

Smith, Cat. Hym. Ins. p. 103, 10 ♂ ♀.

Nylander, Rev. Ap. Bor. p. 261, 4.

Smith, Bees of Gr. Br. 231, 17 ♂ ♀ ☿.

Smith, Bees of Gr. Br. II. Ed. 1876. p. 216 n. 19.

*Apis Tunstallana*, Kirby, Mon. Ap. Angl. II, 346, 94 ♀.

Typus im Cabinet der Entom. Gesellschaft in London.

? *Bombus Tunstallanus* Seidl, Hummeln Böhmens p. 73 n. 18.

Ich trage grosses Bedenken, das Thier hierher zu rechnen. Die Angabe „abdomine glabriusculo“ passt zur Noth, wegen der kurzen Behaarung vorliegender Art, aber der Zusatz „alis nigricantibus“ lässt auf einen *Psithyrus* schliessen, auf welchen auch die Angabe über den Hinterleib sehr gut passt.

*Bombus Tunstallanus* Nylander, Ap. Bor. p. 231, 10.

(Der *Bombus Tunstallanus* Drewsen und Schiödte ist, wie erwähnt, *runderatus* ♀.)

*Bombus Tunstallanus* Schenck, Nass. Jahrbücher XIV p. 150 n. 3.

? *Apis subterranea* Lin. Faun. Suec. no. 1718.

*Bombus subterraneus* Dlb. Bomb. Scand. 32, 5. Dass der *B. subterraneus* Dlb. wenigstens theilweis hierher gehört, ersehe ich aus einer Notiz Kriechbaumer's, welcher in einer Sendung Dahlbom's die so bezeichneten Hummeln als *Latreillellus* erkannte.

Drewsen und Schiödte, 116 no. 11. Die Exemplare, die mir Drewsen als *B. subterraneus* geschickt hat, gehören sämmtlich zu *Latreillellus*. Die ♀ zeigen alle dunkle Endsegmente.

Thomson, Hym. Scand. 26 n. 5.

Gerstäcker, Stettiner Ent. Zeit. XXXIII p. 283.

? ? *Apis acervorum* Lin. Faun. Suec. n. 1717.

*Bombus Jonellus* Schenck, Nass. Jahrb. VII, 14. IX, 91.

NB. Die *Apis Jonella* K., ebenso der *B. Jonellus* Dahlbom's gehören zu *B. Scrimshirani* K.

? *Apis soroënsis* Kirby II, p. 354, 98 ♀. Kirby ist selbst unklar, er sagt: This insect may possibly be only a variety of *A. Tunstallana*. — Nach Smith ist die *Apis soroënsis* K. gleich seinem *B. subterraneus* var. ♂, gehörte mithin zu *runderatus*.

? *Bombus soroënsis* Dahlb. Bomb. Scand. 38, 11.

Thomson hält die beiden letzteren für synonym.

Ueber *Bombus Latreillellus* hat viel Confusion geherrscht und



herrscht zum Theil heute noch. Die älteren Autoren haben die Zusammengehörigkeit der Geschlechter nicht erkannt. Sie beschrieben das ♂ als *Apis Latreillella*, das ♀ unter verschiedenen Namen. Noch Drewsen und Schiödte führen *Bombus Latreillellus* ♂ getrennt an und beschreiben das dazu gehörige ♀ unter *B. subterraneus* L. Die so abweichend helle Färbung des ♂ mag wohl nebst dem seltenen Vorkommen dieser Species der Hauptgrund dieser Unklarheit gewesen sein. Smith war der erste, der ♀ und ♂ vereinigte. Somit wäre die Sache nun abgemacht. Schwierig wird jedoch die Synonymie dieser Art durch das theilweise Zusammenfallen derselben mit der mystischen Species *Bombus subterraneus* L. (*Apis subterranea hirsuta, atra, ano fusco* Lin. Syst. Nat. II, 961, 51. Fn. Succ. 1718, ♀.) Herr Professor Gerstäcker erklärt (Stett. Ent. Z. XXXIII p. 283) auf Grund eines von Thunberg aus Schweden als *B. subterraneus* L. erhaltenen Exemplars, welches auf die Linné'sche Beschreibung vollkommen passte und von *Bombus Tunstallanus* K. nur durch düsteres Colorit, namentlich durch umbrabraune Aftersegmente abwich, den *Bombus subterraneus* L. identisch mit *Tunstallanus* Kirby und führt deshalb den ersteren älteren Namen dafür wieder ein. Auch Herr Professor Schenck sagt (Berliner Ent. Zeitsch. 1873 p. 246): Die schwedischen Exemplare des *B. subterraneus* L. ♀ und ♂ ohne gelbe Binden und mit braunen oder braun und weiss gemischten Endsegmenten gehören nach ihren plastischen Merkmalen zu *Latreillellus*.

Auch die Exemplare, die ich von Drewsen aus Dänemark als *B. subterraneus* erhielt sind gleich *Latreillellus*. Der Name *subterraneus* würde auch ausgezeichnet passen, denn keine andere Species ist meist so abgerieben und trägt so sehr die Spuren ihres unterirdischen Nestbaues an sich, als die vorliegende. Gleichwohl möchte ich nicht den Namen *subterraneus* wieder einführen, der Name hat nun einmal eine zu weite Ausdehnung erhalten, denn unter ihm sind Arten vereinigt worden, die nichts mit *Bombus Latreillellus* zu thun haben. Vor allen Dingen gilt dies von dem ♂ des *B. subterraneus*. So beschreibt Kirby darunter den *Psithyrus campestris* Panzer. Da Smith das typische Exemplar gesehen hat, so ist wohl nicht daran zu zweifeln. Dass Dahlbom Färbungen des *hortorum* ♂ zu *subterraneus* zog, ersah Kriechbaumer aus einer Sendung, die er von ihm erhielt. Drewsen und Schiödte scheinen in denselben Irrthum verfallen zu sein. Smith beschreibt *B. ruderatus* als *subterraneus*. Die von ihm

erhaltenen Weibchen gleichen fast ganz der von Drevsen erhaltenen dunklen Varietät des *Latreillellus*. Hätte ich nicht zugleich von Smith Männchen erhalten, die derselbe in copula mit seinem *subterraneus* gefangen hatte, so würde ich unschlüssig gewesen sein. Aber auch in Bezug auf die ♀ gab es und giebt es jetzt noch Confusion, da Smith noch jetzt den *ruderratus* darunter beschreibt. Linné selbst ist höchst unklar. Er führt 2 Beschreibungen von Ray und Geoffroy als synonym mit seiner *Apis subterranea* an. Wahrscheinlich meint aber der erstere unter seiner Beschreibung den *Bombus lapidarius*, da er von einem tiefrothen After spricht und der letztere den *Psithyrus rupestris*, indem er als charakteristisch die schwarzen Flügel anführt und von einigen gelben Haaren am Halse spricht, die ja diese Schmarotzerhummel meist hat. Müller und Fabricius haben einfach die kurze Linné'sche Diagnose wiederholt. Selbst Schenck liess sich verleiten den *Bombus subterraneus* im *soröensis* zu finden, corrigirte aber seinen Irrthum bald wieder.

Ich bin desshalb der Meinung den Namen *Latreillellus* beizubehalten, da das darunter beschriebene Thier von allen Autoren richtig erkannt worden ist, dagegen die zusammengewürfelte Art *subterraneus*, zu der zwar meist die ♀ von *Latreillellus* gezogen worden sind, aber auch *ruderratus* und *hortorum*, ja sogar *Psithyrus*-Arten ihr Contingent gestellt haben, wieder aufzulösen. Auch Herr v. Radoszkofsky sprach sich brieflich für Beibehaltung des Namens *Latreillellus* aus, ebenso hat ihn Smith in der 2. Auflage unverändert gelassen.

## ♀

Zu den grösseren Arten gehörig, von der Grösse des *B. hortorum* ♀, dem diese Art auch sonst ziemlich gleicht. Länge 25 bis 30<sup>mm</sup>, Breite 40—45<sup>mm</sup>, Schaft 3<sup>mm</sup>, Geißel 5<sup>mm</sup>, Kopf verlängert.

Gestalt wie bei *hortorum*, nach hinten verschmälert. Behaarung auffallend kurz, zumal auf den vorderen Hinterleibssegmenten. Schenck nennt sie desshalb sammetartig, wozu mir jedoch dieselbe etwas zu dünn erscheint.

Kopf und Thorax täuschend ähnlich wie bei *hortorum* gefärbt, d. h. gelb mit schwarzer Querbinde. Die Behaarung ist jedoch etwas kürzer und das Schildchen ist nicht so breit und schön gelb gefärbt, sondern blasser, fast in's Grünliche spielend.

Die 3 ersten Hinterleibssegmente schwarz, am Endrande mit

dünnen blassgelben Binden, das 1. Segment an den Seiten mit gelben Haarbüscheln, in die jedoch schwarze Haare eingemengt sind, sodass keineswegs eine hervorstechende gelbe Binde entsteht, wie sie *hortorum* zeigt. Auch an der Basis des 2. und 3. Segmentes oft gelbliche Haare eingemengt. Segment 4 u. 5 schmutzig-weiss behaart, Segment 6 mit kurzen schwarzen, am Endrande bräunlichen Haaren. Das Weiss der Endsegmente ist meist nicht so rein wie bei *hortorum*, doch habe ich auch Exemplare von gleich weisser Farbe. Dieselbe tritt nur nicht so hervor, weil die Haare kürzer und spärlicher sind. Unterseite des Thorax und Beine schwarz behaart. Bauchsegmente dünn weisslich gefranst.

Die Behaarung dieser Species reibt sich leicht ab, besonders zeigen dies die Arbeiter, deren Thorax in der Mitte meist von Haaren entblösst ist. Ich habe ganz frische Weibchen vom Herbst, bei denen die weissen Haare der Aftersegmente schon theilweis abgerieben sind.

Varietäten sind mir in Thüringen, wenigstens von ♀ noch nicht vorgekommen. Im Norden scheint die dunkle Varietät, bei welcher die Endsegmente braun gefärbt sind und der Thorax eine fast ganz schwarze Färbung angenommen hat, die hellere fast ganz verdrängt zu haben.



In der Grösse ziemlich schwankend, 15—18 mm lang. In der Färbung gleich dem ♀. Mit eben solch kurzer Behaarung und schmalen gelblichen Binden der vorderen Hinterleibssegmente. After viel dichter weiss behaart als beim ♀.



Länge 17—20 mm. Breite 30—35 mm. Schaft 2 mm. Geisel 7 mm. Geiseliglieder schwach gebogen. Hinterschienen kürzer behaart als bei *hortorum*, an der Aussenseite vertieft. Kopfschild verlängert doch nicht auffallend. Gestalt und Färbung ähnlich *B. hortorum* ♂, die Färbung jedoch weit matter und der Hinterleib blos mit 2 mattschwarzen Binden; die Behaarung kürzer, ich möchte sagen, weicher.

Schmutzig weissgelb mit einem Anflug in's Grünliche. Kopfschild schwarz behaart, bei meinen Exemplaren mit eingemischten gelben Haaren. Die helle Farbe des Thorax sich auf die Seiten und noch weiter nach unten erstreckend. Zwischen den Flügeln mit schwarzer Querbinde. Hinterleib wie Thorax gefärbt. 2. Seg-

ment in der Mitte mit mattschwarzer Binde, das 3. mit solcher an der Basis, in die meist gelbe Haare eingemengt sind. (Smith sagt: the second usually narrowest.) Meist trennt eine schmale gelbe Binde die beiden schwarzen. Bei einzelnen Exemplaren ist das 2. und 3. Segment fast ganz gelb gefärbt und die schwarzen Binden blos angedeutet. Spitze des Hinterleibs schwarz behaart, meist auch Segment 6 in der Mitte mit solchem Haarbüschel, so dass es von der Ferne aussieht, als wäre die gelbe Färbung hier abgerieben. Zumal Exemplare mit rudimentären Abdomenbinden haben Aehnlichkeit mit *B. mesomelas* ♂. Nächst den Genitalien unterscheiden sie sich leicht von letzterem durch die vertiefte Aussenseite der Hinterschienen (bei *mesomelas* wie bei *pomorum* gewölbt) und die gelbe Färbung des Thorax, welche bei *mesomelas* weissgrau ist. Auch ist die Behaarung bei *Latreillellus* kurz und weich, bei *mesomelas* eher rauh zu nennen.

Noch mehr Aehnlichkeit haben frische Exemplare mit Männchen des *Bombus elegans* Seidl. Letztere zeigen jedoch keine Spur schwarzer Haare auf den mittleren Segmenten (wohl aber auf dem letzten), bei *Latreillellus* dagegen sind stets noch Spuren der schwarzen Binden vorhanden.

Im Norden variirt der *Bombus Latreillellus* bis fast schwarzbraun. Weibchen, die ich von Drewsen aus Dänemark erhielt, zeigen keine Spur einer gelben oder weissen Färbung. Uebergänge zu solchen Varietäten waren mir aus Thüringen bis auf die letzte Zeit nicht bekannt. Anfang September 1877 jedoch fing ich auf einem Kleeacker bei Blankenburg unter normal gefärbten Männchen ein solches mit prächtig olivenbraunem Colorit, wie es die nordischen Exemplare zeigen. Ich fasse diese dunkelen Färbungen unter dem Namen: *Bombus Latreillellus* var. *borealis* zusammen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass in Thüringen auch derartige Weibchen vorkommen.

Genitalien: Klappen von Länge der Zangen, bis zur Mitte breit, wie bei *terrestris*, dann plötzlich verschmälert, dicht dahinter mit einem schief nach unten und aussen gestellten, breiten und ausgerandeten Zahn, der von oben senkrecht gesehen linear erscheint. Das Ende der Klappen erweitert. Stiel der Zangen bis zum Zahn der Klappen reichend. Oberes Glied weit vorragend, nach innen erweitert, diese Erweiterung im rechten Winkel nach unten umgebogen (von oben gesehen als spitzer nach vorn gekrümmter Zahn erscheinend). Das untere Endglied an der Spitze ausgerandet, nach innen mit an der Spitze zweizähmigem Fortsatz.

*Bombus Latreillellus* gehört mit zu den selteneren Arten und tritt nur hie und da häufiger auf, was namentlich in England der Fall zu sein scheint, da mir Smith schreibt, er habe zahlreiche Nester gefunden, was mir noch nie geglückt ist. In Thüringen ist diese Art noch weit seltener als *confusus* und *pomorum*. Auffallend häufig trat sie im Frühling 1877 bei Biebra ohnweit Gumperda auf, sodass ich eine ziemliche Anzahl Weibchen und später die Arbeiter in Menge fangen konnte. Die Weibchen fliegen auf Klee, sehr gern auch an *Salvia pratensis* und *Ajuga*. Die Arbeiter besuchen fast nur Kleeäcker, ebenso die Männchen, von denen ich nur einmal eins an Disteln fing. Die Männchen sind im Vergleich mit verwandten Arten viel lebhafter. Die ♀ erscheinen frühestens Anfang Mai, ihre eigentliche Flugzeit ist zu Ende dieses Monats, dann von Ende August bis Anfang October. Selten fängt man, wie bereits gesagt, die Art rein. Tadellose ♂ fing ich in der ersten Hälfte Juli, die später gefangenen waren mit geringen Ausnahmen auf dem Thorax abgerieben, eine Folge ihres unterirdischen Nestbaues, überhaupt trifft man die ♂ später nur noch ganz einzeln; die ♂ natürlich fängt man meist mit unversehrter Behaarung. Sie erscheinen nie vor Ende August.

Gefangen habe ich die Art am häufigsten bei Gumperda und, wie erwähnt, besonders bei Biebra. Die Arbeiter waren dieses Jahr auf manchen Kleeäckern ganz gemein. Häufig fand ich besonders die Männchen um Blankenburg und Stadtilm, einzelne Exemplare auf dem rothen Berg bei Saalfeld. Die Art dürfte wohl zerstreut überall in Thüringen vorkommen.

Das Nest wie bei vorigen unter der Erde.

## 5. *Bombus elegans* Seidl.

*Bombus elegans* Seidl, Hummeln Böhmens p. 67 n. 4. *Ochroleuco hirsutus*, *thorace fulvescente*, *inter alas nigro*, *abdomine basi ferrugineo*, *ano flavido*.

Smith, Bees of Gr. Br. II. Ed. 1876. p. 202, n. 4.

*Apis fragrans* Kirby, Mon. Ap. Angl. II, 329, 83 ♂.

*Bombus fragrans* Illiger, Magaz. V, 165, 10.

Dahlbom, Bomb. Sc. p. 46, 26 fig. 16 ♀.

Drewsen und Schiödtte haben Bedenken, den *B. fragrans* Dlb. hierher zu ziehen, weil der After des abgebildeten ♀ weiss ist. Ich trage dagegen nicht das mindeste Bedenken. Die Abbildungen bei Dahlbom sind nicht immer genau, die Ab-

bildung des muscorum nebenan zeigt ebenfalls einen weissen After. Von beiden wird im Text nichts erwähnt.

St. Fargeau, Hym. I, 464, 9.

Drewsen & Schiödte, 121, 17.

Nylander, Ap. Bor. 229, 6.

Smith, Zool. II, 545, 3. Bees of Gr. Br. 216, 4.

Thomson, Opusc. 251, 1.

*Bombus distinguendus*, Morawitz Horae Societatis Entom. Rossicae Tom. VI, 32, 6.

Thomson, Hymen. Scand. 26, n. 4.

*Apis pratorum* Fabr. Ent. Syst. II, 322, 34.

*Bombus pratorum* Fabr. Syst. Piez. p. 349, 36.

Es bleibt räthselhaft, warum Fabricius den von Linné entlehnten Namen *pratorum* dafür gebraucht, da er doch *B. fragrans* Pallas als synonym anführt. Uebrigens steht bei seinem *B. pratorum* im Syst. Piez. etwas spasshaft: *Femina colore roseo fragrantissima* statt *odore*.

Die vorliegende Hummel hat lange Zeit den Namen *Bombus fragrans* Pallas geführt, indem man sie identisch hielt mit einer von Pallas auf felsigen Höhen an der Wolga entdeckten Art. (Pallas, It. I, pag. 474 n. 75.) Letztere zeichnet sich jedoch durch ihre riesige Grösse und schwarzbraunen Flügel vor allen verwandten Arten aus und hat mit der von späteren Autoren als *B. fragrans* Pallas beschriebenen Hummel nichts zu thun. Dies erkannte zuerst Morawitz, der desshalb den Namen *fragrans* in *distinguendus* umänderte. Nach neueren Untersuchungen des Hrn. Dr. Kriechbaumer jedoch ist auch dieser Name nicht zu lassen, indem Seidl in der oben erwähnten Schrift diese Species bereits als *B. elegans* leicht kenntlich beschrieben hat. Man vergleiche hierüber Kriechbaumer's Aufsatz in der Stett. Ent. Zeit. 1873, p. 335.



Länge 24<sup>mm</sup>, Breite 35—40<sup>mm</sup>, Schaft 2<sup>mm</sup>, Geisel 4,5<sup>mm</sup>. Kopf schwach verlängert. Flügel mit breitem, braunen Saume. Letztes Bauchsegment am Ende mit deutlichem Längskiel. Behaarung ziemlich kurz und dicht. Clypeus ziemlich nackt, in der Mitte fast punktlos.

Kopf, Thorax und Hinterleib oben messinggelb behaart, mit einem Stich in das Grüne. Zuweilen die Farbe mehr ockergelb. Scheidel am Vorderrand mit schwarzen Haaren. Thorax zwischen

den Flügeln mit schwarzer Querbinde. Letztes Segment kurz schwarz behaart. Unterseite weissgelb; Hüften und Basis der Schenkel mit langen, weissgelben Fransen, sonst die Beine schwarz, die Tarsen gegen das Ende rothbraun.



18<sup>mm</sup>. lang, im Uebrigen ganz mit dem ♀ übereinstimmend.



Gross und schlank: 16—20<sup>mm</sup> lang, Fühlerschaft 2<sup>mm</sup>, Geißel 7<sup>mm</sup>, die Glieder schwach gebogen. Die Farbe wie bei dem ♀. Letztes Segment mit einem Büschel schwarzer Haare in der Mitte, wie bei *B. Latreillellus* ♂. Auch das vorletzte Segment meist mit eingestreuten schwarzen Haaren.

Die schöne Farbe dieser Hummel verbleicht sehr bald in schmutzig-gelb.

Genitalien: Sehr ähnlich *Latreillellus*. Klappen von Länge der Zangen, am Ende sehr erweitert, nach aussen zweispitzig, sonst wie bei *Latreillellus*. Oberes Endglied nach vorn weiter ausgezogen als bei letzterer Species. Unteres Endglied nach unten breit zweispitzig endend. Der Stiel an der Aussenseite vorn mit langer, tiefer Grube, die bei *Latreillellus* fast unmerklich ist.

*Bombus elegans* ist eine seltene Art. Ihre eigentliche Heimath scheint der Norden zu sein. Sie kömmt nach Thomson zerstreut in Schweden und Norwegen vor, und ist ebenso in Dänemark nicht häufig. Sie ist ferner selten im südlichen England, dagegen häufig im Norden der Insel. In Yorkshire soll sie nach Smith ebenfalls in Menge vorkommen. Sie kömmt in Frankreich vor; sehr selten ferner bei München nach Kriechbaumer's Angabe. In Thüringen gehört sie mit zu den grössten Seltenheiten. Trotz eifrigen Suchens habe ich dieses prächtige Thier bisher blos bei Gumperda finden können. Das erste Exemplar fing ich am 14. Aug. 1876 auf einem Kleeacker. Es war ein kleines Weibchen. Ein zweites Exemplar, einen Arbeiter, fing ich am 23. Sept. desselben Jahres. Glücklicher war ich letztes Jahr. Die Hummel flog blos auf wenigen Kleeäckern an der Nordseite Gumperda's. Mitte Juli konnte ich sie in 6 tadellosen Arbeitern erlangen, einen einzelnen Arbeiter fing ich auf den Bergen zwischen Gumperda und Altenberga am 11. Juli. Das Thier war bereits sehr abgeflogen. Das 1. Männchen fing ich am 13. Juli. Es war ganz abge-



blichen. Ein tadelloses ganz frisches Männchen fing ich am 16. Juli auf demselben Acker. Die Männchen flogen also weit früher als die des engverwandten *Latreillellus*. Im August bemerkte ich die Art nicht mehr.

Weibchen habe ich weder im Frühling noch im Herbst auffinden können.

Diese schöne Hummel verdient recht sehr die Aufmerksamkeit der Hymenopterologen.

Das Nest nach Smith über der Erde.

## 6. *Bombus mesomelas* Gerst.

*Bombus mesomelas*. Gerstäcker, Stett. Ent. Zeit. 1869, p. 321 n. 12.



Die Beschreibung ist nach dem einzigen Exemplare entworfen, das ich aus Thüringen besitze.

Grösse und Habitus wie bei *B. pomorum* Pz., dem diese Art ausserordentlich nahe steht, wie namentlich die Männchen schlagend beweisen.

24<sup>mm</sup> lang, 38<sup>mm</sup> breit. Kopf ziemlich verlängert. 3. Fühlerglied so lang als das 4. und 5. zusammen. Clypeus glänzend, spärlich und fein punktirt. Letztes Bauchsegment mit schwachem Längskiel. Flügel mit braunem Saum. Kopf schwarz behaart, Thorax weissgrau, fast schmutzig weiss, mit breiter schwarzer Querbinde. Hinterleib schmutzig weissgrau, oben mit rostgelblicher Färbung. Schenkel unten gelblich grau gefranst. Schienen, also auch Korbchen schwarz, die Tarsen blass rostroth kurz behaart.

Gerstäcker's Beschreibung weicht in so fern ab, als nach ihm bloss Segment 2 und 3 gelb gefärbt sind.



Nach Gerstäcker ist Halskragen und Schildchen lichtgelb behaart. Segment 2 und 3 schön rothgelb, Segment 1, 4 und 5 mehr schwefelgelb. Ich besitze bloss einen ziemlich abgeflogenen Arbeiter, gefangen bei Stadtilm am 22. Sept. 1876. Derselbe zeigt ganz die Färbung des oben beschriebenen Weibchens. Die gelbliche Färbung des Hinterleibs ist auf keinem Segment besonders hervorgehoben.



Von diesen besitze ich eine Reihe von Exemplaren. Abgesehen von der Färbung gleichen sie täuschend den ♂ von *B. pomorum* Pz., sodass ich sie anfangs für eine Varietät dieser Art hielt, bis mich Hr. Dr. Kriechbaumer aufklärte. Namentlich haben sie mit *pomorum* die an der Aussenseite gewölbten Hinterschienen gemeinsam. Auch die Vertheilung der Färbung ist dieselbe, sie ist nur weit blasser und stimmt mit der der ♀ überein. Ueberdies sind die Genitalien ganz wie bei *pomorum*.

Weissgrau. Thorax mit schwarzer Querbinde. Hinterleibsringe an der Basis mit rostgelblichen Querbinden, die gegen das Ende die weissliche Färbung fast ganz verdrängen.

Nach Gerstäcker ist diese Art auf die höheren Gebirgsregionen beschränkt, da dieser Autor sie in den Alpen nicht unter 3500 Fuss angetroffen hat. Herr von Radoszkoffsky (*Horae Soc. Ent. Rossic.* T. XII, 1, p. 20) erhielt sie durch Frey Gessner aus dem Jura aus einer Höhe von 4—5000 Fuss. — Es ist desshalb höchst interessant, dass diese Hummel auch in Thüringen vorkommt. Die ♂ traf ich im September 1876 einzeln auf Kleeäckern bei Stadtilm, von den ♀ konnte ich blos ein Exemplar erhalten. Das ♀ fing ich 14 Tage später in den ersten Tagen des October in einem Exemplar bei Blankenburg in Thüringen ebenfalls auf einem Kleeacker. — In diesem Jahr entdeckte ich einen neuen Flugort dieser interessanten Art. Auf einem Kleeacker auf der Höhe des Rothen Berges bei Saalfeld fing ich am 30. September 6 Männchen.

Mittlerweile ist auch von anderer Seite bestätigt worden, dass diese Hummel nicht bloss die höheren Gebirge bewohnt. Herr Professor Dr. Karl v. Dalla Torre in Linz schreibt im 3. Heft der Entomologischen Nachrichten vom Jahre 1877 Folgendes: *Bombus mesomelas* Grst. geht über das Alpengebiet. Ich fand 2 ♀ Exemplare bei Eger und zwar das erste am 30. Mai auf *Echium vulgare*, das zweite am 17. Juni auf *Trifolium pratense*. Beide Fundorte liegen ganz in der Ebene c. 300 m., und so ist diese Art sicher auch noch anderwärts verbreitet.

Ueber das Nest finde ich nirgends eine Notiz.

---

## 7. *Bombus pomorum* Panz.

*Bombus pomorum* Schenck, Nass. Jahrb. XIV, p. 152 n. 6.

♂ ♀ ♂.

*Bombus pomorum* Smith, Bees of Gr. Br. II. Ed. 1876. p. 206 n. 9.

? *Bremus pomorum* Panz. Fn. Germ. 75, 18 ♂.

*Bombus Derhamellus* Schenck, Nass. Jahrb. VII, p. 12. 6 ♀.

?? *Bombus equestris* F. So glaubt Thomson, Hym. Sc. II, 31.

? *Bombus lapidarius* var.  $\gamma$ . Seidl, Hummeln Böhmens p. 70.

Femina, thorace antice obscure cinereo. Da *Bombus lapidarius* mit grau gefärbtem Prothorax nicht bekannt ist, so scheint die Beschreibung auf *B. pomorum* ♀ zu gehen, da ja fast regelmässig so gezeichnet ist; doch könnte es auch *B. mastrucatus* sein.

Die Synonymie dieser Species ist ausserordentlich dunkel. Von den älteren Autoren ist nur einer, der diese Hummel genau beschreibt. Es ist Huber, der sie als zweite Species anführt, wo er die charakteristischen Merkmale sehr gut hervorhebt und alle 3 Geschlechter leicht kenntlich abbildet. Leider gibt er keinen Namen dazu an. Ob das von Panzer beschriebene ♂ vorliegende Species ist, ist noch sehr die Frage. Smith stellte dasselbe früher als synonym zu *Apathus rupestris*, machte aber ein Fragezeichen dazu. In der neusten Auflage dagegen zieht er es zu *B. pomorum*. Der Name ist aber einmal eingebürgert und da er möglicherweise doch die vorliegende Species bezeichnet, so ist er wohl zu lassen. Von dem ♀ findet man mit der obigen Ausnahme nirgends Beschreibungen, die irgendwie feste Anhaltspunkte gäben. Die ♂ stecken jedenfalls mit unter den ♂ von *Apathus rupestris*, denen sie ja sehr gleichen. — Die von Thomson bei *alpinus* ♂ hervorgehobenen Merkmale passen gleichzeitig auf *pomorum* ♂. Desshalb wirft Gerstäcker die Frage auf, ob nicht Linné eine derartig helle Färbung des *pomorum* ♂ als *alpinus* beschrieben habe und ob nicht deshalb der letztere Name für den ersteren einzutreten habe. Da jedoch das ♀ des *Bombus alpinus* L. wohl bekannt ist, das mit dessen Diagnose: *Apis alpina*, *hirsuta*, *thorace nigro*, *abdomine luteo*, ganz übereinstimmt, mit *pomorum* Pz. ♀ also nur entfernte Aehnlichkeit hat und sich von letzterem besonders durch kurzen Kopf unterscheidet, da ferner dem ♂ von *alpinus* die so charakteristischen Hinterschienen des

pomorum fehlen, so ist eine Vereinigung beider Species nicht zulässig.



Grösse des *Bombus hortorum* oder *confusus*. Hauptkennzeichen sind der verlängerte Kopf (wie bei *B. hortorum*), die auffallend struppige Behaarung und die Ausdehnung der fuchsrothen Färbung indem auch Segment 3 wenigstens grösstentheils, meist aber ganz so gefärbt ist. Characteristisch ist ferner die Farbe des Thorax, der durch eingestreute gelbliche oder grauliche Haare am Vorderrand und am Schildchen sich sehr von der tiefschwarzen Thoraxfärbung von *confusus* und *lapidarius* unterscheidet. An eine Verwechslung mit *confusus* ist ohnehin wegen der ganz verschiedenen Behaarung gar nicht zu denken. Die Innenseite der Hinterschienen weit mehr in das Gelbliche spielend als bei den beiden letztgenannten Arten. Körbchenhaare schwärzlich, häufig jedoch mit gelbrothen Spitzen, einzelne Haare auch ganz so gefärbt. Hinterferse wie bei *lapidarius*, der Endrand jedoch tiefer ausgeschnitten, oben mehr vorgezogen. Die rothe Farbe der Endsegmente fuchsroth, abgeblichen gelblich. Segment 6 kurz behaart, unten ohne Längskiel.

Varietäten: Segment 2 oben chocoladenbraun. Nicht selten. Nach Schenck, Deutsche Ent. Zeit. 1875 p. 328 ist der Hinterleib zuweilen, mit Ausnahme des schwarzen Basalsegmentes, ganz roth. Smith gibt irrthümlicher Weise einen ganz rothen Hinterleib als Normalfärbung an.

Segment 3 oben in der Mitte mit einem mehr oder weniger ausgedehnten schwarzen Fleck.

*B. pomorum* var. *nigromaculatus*.



Gewöhnlich 15—18 mm lang, doch auch viel kleiner. Färbung wie beim ♀, die rothe Färbung des Hinterleibs jedoch ausgedehnter, gewöhnlich blos die Basis schwarzgrau, nicht selten auch die mittleren Segmente mit eingemengten schwarzen Haaren. Abgeblichen der Hinterleib schmutzig gelbroth.



Körper schlank, 18—20 mm lang, Flügelbreite 30 mm. Kopf verlängert, doch keineswegs so sehr, wie es Schenck betont. Schaft 2 mm, Geißel 6 mm, die Glieder schwach gebogen. Hinterschienen

kurz behaart, an der Aussenseite wie bei *mesomelas* gewölbt, deshalb von Herrich-Schäffer für einen *Psithyrus* gehalten.

Thorax gelblich-grau mit eingemengten schwarzen Haaren, zwischen den Flügeln mit nicht abgegrenzter mattschwarzer Binde. Kopf und Beine schwarz behaart, letztere mit grauem Schein. Fast der ganze Hinterleib fuchsroth, an der Basis grau, zuweilen bis zu den mittleren Segmenten.

Genitalien: Klappen so lang als das obere Endglied, am Ende erweitert und nach unten gebogen, in der Mitte nach unten mit einem Zahn. Oberes Endglied an der Basis nach innen mit breitem Zahn (die Kanten nach oben und unten), an der Spitze ebenfalls nach innen zahnartig vorgezogen, sodass das obere Endglied halbkreisförmig ausgerandet erscheint. Oberes Endglied ziemlich vorragend, an der Spitze nach innen und vorn hakenartig umgebogen.

*Bombus pomorum* wird gewöhnlich als eine der seltensten Arten angeführt. Im Norden scheint er gänzlich zu fehlen. Auch in England war er bis vor Kurzem nicht bekannt. Nach brieflicher Notiz hat ihn Smith neuerdings in einem ♀ und 3 ♂ gefangen; 100 Meilen von London. Auch in Nassau ist er nach Schenck's Angabe sehr selten. Um so interessanter ist es, dass diese Hummel in Thüringen stellenweis häufig auftritt. Ich fing sie nicht selten bei Gumperda, einzeln bei Blankenburg; tadellose Weibchen fing ich im Herbst 1876 bei Stadtilm auf Kleeäckern in ziemlicher Anzahl. Nicht selten traf ich sie ferner letzten Herbst in der Umgegend von Saalfeld, besonders am Rothen Berg. Nach Herrn Forstrath Kellner ist sie auch bei Gotha nicht selten. Diese Art scheint mithin überall in Thüringen verbreitet zu sein. — Die Weibchen erscheinen mit denen von *lapidarius* nie vor der Mitte Mai und fliegen mit Vorliebe auf Klee, seltener an anderen niederen Blumen. Die Männchen fliegen vom August bis September mit Vorliebe auf Disteln und Klee, eigenthümlicher Weise suchen sie sehr gern am Boden befindliche Blüten auf. So habe ich bei Gumperda fast meine sämtlichen Männchen auf *Cirsium acaule* gefangen, ebenso fand ich sie auf der Hochebene zwischen Rudolstadt und Stadtilm, dem sogenannten „Schönen Feld“ fast blos an blühender *Carlina acaulis*. Die ♀ fliegen fast nur an Klee und sind hier bei Gumperda und an anderen Orten gar keine Seltenheit. Die jungen Weibchen sind Ende September anzutreffen. Sie sitzen sehr träge an Kleeköpfen.

Das Nest habe ich noch nie finden können. Smith glaubt, dass diese Art über der Erde nistet; dagegen schliesse ich aus dem meist abgeriebenen Thorax der Weibchen und besonders der Arbeiter gerade auf das Gegentheil.

### 8. *Bombus hypnorum* L.

*Apis hypnorum* Linné, Syst. Nat. II, 960, 47. Fn. Suec. 1715.

Fabr. Syst. Ent. 381, 18. Ent. Syst. II, 322, 32.

Rossi, Fn. Etr. II, 165, 905.

Müller, Prodr. Z. D. 165, 1925. Fn. Friedr. 75, 653.

Scopoli, Ent. carniol. 820.

Réaumur, Ins. 6, tab. 4 fig. 1.

Panzer, Fn. Germ. 7, 12.

*Bombus hypnorum* Fabr. Syst. Piez. 349, 33.

Illiger, Magazin V, p. 171 n. 40.

Dahlbom, Bomb. Scand. 50, 31, fig. 19 ♀.

Drewsen und Schiödte, 110 n. 6.

Nylander, Ap. Bor. 228, 3.

Schenck, Nass. Jahrb. VII, 15. IX, 226. XIV n. 10.

Thomson, Op. 253, 5. Hym. Scand. 40 n. 19.

*Apis aprica* Fabr. Ent. Syst. II, 273, 29.

*Bombus apricus* Fabr. Syst. Piez. 348, 29.

Zett. Ins. Lapp. 475, 12.

St. Fargeau, Hym. I, 465, 10.

*Apis meridiana* Panz. Fn. Germ. 80, 19.

*Apis ericetorum* Panz. Fn. Germ. 75, 19 ♂.

*Bombus ericetorum* Fabr. Syst. Piez. 345, 12.

? *Bombus opulentus* Gerstäcker, Stett. Ent. Zeit. 1869 p. 319.

Nach Dr. Kriechbaumer, Ent. Nachr. 1876, p. 152 Anm. eine Varietät des *B. hypnorum* L.



Länge 20—22<sup>mm</sup>. Breite 35—40<sup>mm</sup>. Schaft knapp 3<sup>mm</sup>. Geißel 5<sup>mm</sup>. Kopf etwas verlängert, Flügel leicht gebräunt. Behaarung lang und ziemlich rauh. Kopfschild mit zerstreuten Haaren. Schwarz, Kopfhaare in das Grauliche spielend, am Scheitel fuchsroth. Von letzter Farbe die Scheibe des Thorax bis zur Flügelbasis und ein Büschel Haare vor derselben. Segment 4—6 schmutzig weiss, 6 oben ziemlich kahl. Die schwarzen Haare des Abdomen mehr oder weniger mit eingestreuten grauen Haaren. Unterseite

schwarz, von eingemengten gelbgrauen Haaren matt erscheinend. Die Aftersegmente unten weiss gefranst, der After selbst kurz büstenartig mit hell fuchsrothen Haaren besetzt. Beine schwarz behaart. Die Tarsen mit der gewöhnlichen gelbbraunen Behaarung.

Varietäten: Unter die rothgelben Haare des Thorax mengen sich oft schwarze Haare, nach Schenck oft so stark, dass dann der Thorax ganz schwarz erscheint. Auch sollen bindenartige Zeichnungen auf demselben vorkommen. Die meisten Autoren führen die Basis des Hinterleibs als gelbbraun an, bei meinen Exemplaren ist er jedoch schwarz, ich besitze blos so gefärbte Arbeiter.



12—15<sup>mm</sup> lang, in der Färbung mit dem ♀ übereinstimmend, sehr gern mit gelbbrauner Hinterleibsbasis. Exemplare von Drewsen aus Dänemark zeigen blos diese Färbung.



Etwas grösser als die Arbeiter. Stimmt in der Färbung mit ♀ und ♂ überein. Die Basis des Hinterleibs ist fast regelmässig gelbbraun gefärbt.

Die Genitalien sind fast gleich denen von *B. pratorum*. Die Zangen sind also an der Innenseite ohne Zahn, die beiden Endglieder fast gleich lang, der Stiel hat als Unterschied von *B. pratorum* oben eine vorspringende Ecke. Die Klappen sind am Ende wie bei *pratorum* nicht erweitert und ebenso wie diese sichelartig gebogen.

*Bombus hypnorum* scheint erst im Süden häufiger zu werden. In Schweden und Norwegen kommt er einzeln vor, in Dänemark gehört er zu den grössten Seltenheiten. In England scheint er gänzlich zu fehlen. Kirby kennt ihn nicht, auch Smith führt ihn nicht an. In Thüringen gehört er ebenfalls mit zu den seltenen Arten. Ich habe ihn nur an wenigen Orten finden können z. B. bei Gumperda und Hummelshain, ferner einzeln in der Umgebung von Blankenburg. Er erscheint Mitte April und ist mit Vorliebe an blühenden Weiden, auch an *Taraxacum* zu finden. Die ♂ traf ich einmal in ziemlicher Menge an *Salix purpurea* L. in den letzten Tagen des Mai bei Hummelshain. Die Männchen fliegen im Spätsommer an allerlei Blumen.



Das Nest habe ich noch nie auffinden können. Auch finde ich sonst keine Notiz darüber. Nur Drewsen schreibt mir, er habe es einmal in einem hohlen Baum gefunden.

### 9. *Bombus pratorum* L.

Das starke Variiren dieser Species, namentlich der ♂, sowie dadurch entstandene Verwechslungen mit *Bombus soroënsis* F., den die älteren Autoren noch nicht in seiner ganzen Ausdehnung kennen, machen die Synonymie schwierig.

*Bombylius minor*, niger, transversa areola e viridi lutea supra scapulas, extrema cauda rufescente.

Ray, Hist. Ins. pag. 247 n. 8.

*Apis pratorum* Linné, Syst. Nat. I, 960, 43 ♀. Fn. Suec. 1711.

Schranck, Ins. Austr. n. 798.

Müller, Fn. Fridr. n. 650. Zool. Dan. 1920.

Kirby, Mon. Ap. Angl. II, 360, n. 103.

*Bombus pratorum* Illiger, Magazin V, 168, 27.

? Dahlbom, Bomb. Sc. 36, 9. Die Beschreibung ist ziemlich unklar. Smith zieht blos den ♀ hierher. Nylander auch das ♂. Vom ♀ sagt Dahlbom höchst auffallend: Femina, mare paullo minor. Drewsen und Schiödte setzen deshalb hinter das Citat in Klammern: Femina minor. Dies soll jedenfalls einen Arbeiter bedeuten. Dem entgegen nimmt Thomson blos das ♀ als synonym an.

Seidl, Hummeln Böhmens p. 71 n. 14. Er citirt fälschlich Fabricius als Autor.

Drewsen und Schiödte, 117, 7 ♂ ♀ ♀.

Nylander, Ap. Bor. p. 237 n. 23.

Smith, Zool. II, 548, 11 ♂ ♀ ♀. Bees of Gr. Br. 220, 8.

Schenck, Nass. Jahrb. XIV, p. 155 n. 9.

Thomson, Op. 258, 19. Hymen. Scand. 39 n. 18.

Smith, Bees of Gr. Br. II. Ed. 1876 p. 207 n. 10.

*Apis subinterrupta* Kirby, Mon. Ap. Angl. II, 356, 99 ♀, tab. 18, fig. 5.

(Das ♂ wohl zu *soroënsis*, das ♀ sicherlich hierher, da Kirby hinzufügt: In salicum amentis ineunte Aprili 1800, haud rara. Zu dieser Zeit fliegt *soroënsis* noch nicht, wohl aber *pratorum*.)

*Bombus subinterruptus* Latr. Hist. Nat. XIV, 64, 4. ♀.

Illiger, Magazin V, 167, 20.

Dahlbom, *Bomb. Sc.* p. 35, 7.

St. Fargeau, *Hym. I*, 461 5.

Schenck, *Nass. Jahrb. VII*, 13, 9.

NB. Der *B. subinterruptus* der Autoren ist sicherlich eine Mischart aus *B. pratorum* und ähnlichen Färbungen des *B. soroënsis* F.

? *Apis collaris* Scopoli *Ent. Carn. no.* 818.

? *Bremus collaris* Panzer, *Fn. Germ.* 94, 12 ♀ var.

*Apis Burrellana* Kirby, *Mon. Ap. Angl. II*, 358, 101 ♂.

*Bombus Burrellanus* Illig. *Magazin V*, 167, 25.

Dahlbom, *Bomb. Scand.* 43, 22 ♂. Nach Thomson und Smith zu *B. Cullumanus* K. Nicht sicher festzustellen, da Dahlbom kein plastisches Kennzeichen angibt.

Seidl, *Hummeln Böhmens* p. 68 n. 8.

St. Farg. *Hym. I*, 462, 6.

NB. Drewsen und Schiödt, ebenso Nylander stellen den *Bombus Burrellanus* Kirby als synonym zu *B. soroënsis*, wohin er aber wegen der geraden Fühlerglieder nicht gehören kann.

*Apis sylvarum* Fabr. *Ent. Syst. II*, 321

*Bremus sylvarum* Panzer, *Fn. Germ.* 85, 19

*Bombus sylvarum* Fabr. *Syst. Piez.* 348, 27

Jedenfalls zu *B. pratorum* L. gehörig, und wahrscheinlich gleich der Färbung *Burrellanus*. Schon Illiger u. Seidl haben diese Ansicht.

? *Apis Donovanella* Kirby, *Mon. Ap. Angl. II*, 357, 100 tab. 18 f. 6 ♂. Das ♀ zu *Bombus Cullumanus* K. Smith zieht das ♂ jetzt zu *B. Rajellus* und beruft sich auf das typische Exemplar in Kirby's Sammlung.

? *Bombus Donovanellus* Illiger, *Mag. V*, 167, 24.

? Westw. *Nat. Libr. XXXVIII*, p. 255 t. 17, fig. 1 ♂. Von Smith ebenfalls zu *B. Rajellus* gezogen.

? Seidl, *Hummeln Böhmens* p. 70 n. 11.

*Bombus ephippium* Zett. *Ins. Lapp.* 473, 6.

Dahlbom, *Bomb. Sc.* 37, 10 ♀ fig. 6.

*Bombus lullianus* Nylander, *Ap. Bor.* 236, 21 ♂. Eine Varietät des ♂, gelb, Segment 3 und 4 schwarz. After rothgelb.

*Apis arbustorum* Fabr. *Ent. Syst. II*, 320, 24.

*Bombus arbustorum* Fabr. *Syst. Piez.* 347, 23.

NB. *Bombus Lefebvrei* St. Farg. gehört nicht hierher, wie Schenck angibt, sondern ist eine sehr seltene Varietät des

*B. lapidarius* L. Smith hat das typische Exemplar in der Sammlung Westwoods gesehen.



Sehr ähnlich Varietäten des *B. soroënsis*. Den Unterschied siehe bei diesem.

Länge 16—20 mm. Breite 30—35 mm. Schaft 2 mm. Geißel 4, 5 mm. Kopf etwas verlängert, Clypeus wenig punktirt. Letztes Bauchsegment mit Längskiel. Behaarung rauh und struppig (bei *soroënsis* viel anliegender). Kopf und Thorax lang schwarz behaart. Prothorax mit breiter gelber Binde. Am Hinterleib ist Segment 1—3 schwarz, 4—6 rothgelb, das Endsegment jedoch ganz kurz behaart. Unterseite schwärzlich mit eingemengten rothgelben Haaren, die nach dem After zu immer zahlreicher werden.

*Bombus pratorum* ♀ variirt sehr in der Ausdehnung der rothen Afterfärbung und dem Auftreten der gelben Behaarung. Der Prothorax zeigt jedoch stets eine schmalere oder breitere Binde. Eine sehr auffallende Varietät fing ich letzten April auf dem Gleitsch bei Saalfeld. Bei ihr ist der Prothorax schmalgelb, die rothe Färbung blos auf Segment 5 beschränkt. Ich nenne diese dunkle Färbung *Bombus pratorum* var. *luctuosus*.

Häufiger ist das entgegengesetzte Streben nach bunter Färbung. Meist zeigt schon bei der Normalfärbung das 2. Segment eingestreute gelbe Haare.

Bei weiterer Ausdehnung entstehen dann zwei gelbe Flecken. Es ist die Varietät *Bombus pratorum* var. *subinterruptus* Kirby.

Schliesslich entsteht auf dem 2. Segment eine breite gelbe Binde. Diese schöne Färbung, die ich nur ganz einzeln angetroffen habe, ähnelt sehr dem *Bombus Cullumanus* Kirby (wahrscheinlich identisch mit der *Apis Donovanella* Kirby ♀). Ich nenne sie *Bombus pratorum* var. *citrinus*.



12—15 mm. Gleicht in der Färbung ganz dem ♀. Färbungen des *soroënsis* ♂ sind ausserordentlich schwierig davon zu unterscheiden. Man vergleiche darüber bei letzterem. Man mache sich stets deshalb beim Fange Notizen, da in der Sammlung sonst leicht Verwechslungen stattfinden können.



Die Färbung wechselt ausserordentlich. Constant ist die gelbe

Zeichnung des Kopfschildes, der nur selten eingestreute schwarze Haare zeigt, der rothgelbe Kiefernbart, die rostrothen Haare der Hinterschienen (sehr selten blos die Spitzen der Haare so gefärbt) und die gleiche Färbung der Endsegmente.

1. Prothorax mit breiter gelber Binde, Segment 1 mit gelben Haaren.
2. Prothorax nebst Basis des Hinterleibs mit breiter gelber Binde.
3. Thorax gelb mit schwarzer Binde in der Mitte. Basis des Hinterleibs breit gelb, durch eine schmale schwarze Binde von den rothgelben Aftersegmenten getrennt.

*var. Burrellanus.*

4. Der ganze Thorax gelb, sonst wie 3.

Genitalien: Klappen länger als die Zangen, nicht erweitert, am Ende sichelförmig nach unten und aussen umgebogen, der Bogen an der Unterseite fein sägezähnig. Zangen an der Innenseite ohne Zahn. Der Stiel lang, das obere Endglied wenig darüber verlängert, das untere fast ganz unter dem oberen versteckt.

*Bombus pratorum* ist über ganz Europa verbreitet. In Thüringen gehört er jedoch keineswegs zu den allzu häufigen Arten, sondern findet sich nur hie und da in grösserer Anzahl. Besonders häufig habe ich ihn bei Blankenburg getroffen. Ganz fehlt er wohl nirgends. Die Weibchen erscheinen sehr früh im Jahre, in den tieferen Thälern bereits in der zweiten Woche des April und unterscheiden sich schon hierdurch von ähnlichen Färbungen des *B. soroënsis*. Ziemlich tadellose Exemplare habe ich noch Mitte Mai gefangen. Sie fliegen mit besonderer Vorliebe an blühenden Stachelbeerbüschen, gern auch an Kirschblüthen. Abweichend von allen übrigen Arten fliegen die ♂ und jungen ♀ sehr früh. Die ♂ erscheinen bereits Mitte Juni, nach Smith schon Ende Mai, was ich noch nie gefunden habe. Im Hochgebirge scheinen sie später zu fliegen, denn Herr Professor Gerstäcker berichtet in der Stett. Ent. Zeit. 1869 p. 325, dass die ♂ im August im Baierischen Gebirge häufig gewesen wären. — Sie suchen mit Vorliebe niedere Blumen auf. Nur kurze Zeit später erscheinen die jungen ♀. An den sonnigen Wänden des Dohlensteins bei Kahla fand ich sie stets bereits Anfang Juli. Nach der Mitte des August sind sie schon wieder verschwunden. Auf Kleeäckern habe ich im Spätsommer und Herbst nie eine Spur von dieser Hummel gefunden. Das Nest unter Gestrüpp und Moos.

---

### 10. *Bombus soroënsis* F.

Bei keiner anderen Art ist die allzugrosse Knappheit der von Linné und Fabricius herrührenden Diagnosen bitterer empfunden worden als bei dieser. — Fabricius beschreibt zuerst in den Gen. Insect. p. 248 eine Hummel unter: *Apis sorocensis*, *hirsuta atra*, *ano albo*. Er erwähnt sie weiter in den Spec. Ins. I, p. 476 no. 9; in der Mant. Ins. I, p. 300 n. 9; in der Ent. syst. p. 318 no. 12. Er fügt im Syst. Piez. p. 345, no. 10 am Schlusse hinzu: *Abdomen postice late album*. Zu gleicher Zeit beschreibt Fabricius eine andere Hummel im Syst. Piez. p. 347 n. 24 als *Bombus neuter*, dessen Diagnose ebenso lautet: *hirsutus ater*, *ano albo*. Es wäre unverzeihlich von Fabricius gewesen, falls er die beiden Hummeln gekannt hätte, ihre Unterschiede gar nicht angegeben zu haben. Die letztere Art jedoch hat er sicherlich in natura nicht gekannt, er hat sie blos von Panzer entlehnt, der sie als *Apis neutra* im 83. Heft n. 18 beschreibt. Ist aber schon der *B. soroënsis* F. in tiefes Dunkel gehüllt, so ist es der *B. neuter* Pz. noch viel mehr. Es ist aller Grund vorhanden, ihn als synonym zu ersteren zu stellen, wie es auch die meisten Autoren thun. Drewsen und Schiödte halten ihn für einen Arbeiter des *soroënsis*. Dahlbom scheint sogar die *Apis neutra* besser als Panzer selbst gekannt zu haben, denn er sagt wunderlicher Weise: *figura non omnino fidelis, etenim color flavescens prothoraci scutelloque deest*.

Ueber den eigentlichen *Bombus soroënsis* F. hat nun bisher ein ungemeiner Wirrwarr geherrscht. Kirby hält ihn möglicherweise für einen *B. terrestris* L. ohne gelbe Binden, ist aber ebenso sehr auch geneigt ihn für eine Varietät des *Tunstallanus* zu halten. Smith dagegen stellt den *B. soroënsis* Kirby als synonym zu seinem *B. subterraneus*, in dem ich, wie bereits bemerkt, nur Färbungen des *B. ruderatus* F. erblicke. Nylander hingegen stellt (Ap. Bor. 239, 28) den *B. soroënsis* Kirby zu *B. soroënsis* F., während er den *B. soroënsis* Zett. und Dahlbom wahrscheinlich wegen der als gelb angegebenen Schildspitze, wie mir scheint mit Recht, zu *B. subterraneus* L. (*Latreillellus* K.) zieht. Was den Kirby'schen *Bombus soroënsis* betrifft, so ist aller Streit unnütz, da Kirby selbst ganz im Unklaren gewesen ist. — Schenck beschrieb sich stützend auf Smith's in Newman's Zoologist ausgesprochene Ansicht die vorliegende Art in

den Nass. Jahrb. 1861 p. 153 n. 8 als *B. subterraneus* L. und stellte *B. soroënsis* F. als synonym dazu, corrigirte sich aber in der Berliner Entom. Zeitschrift 1866 und den Nass. Jahrbüchern 1868 p. 275.

Bereits bei *B. terrestris* L. habe ich erwähnt, dass nach dem Vorgange Kirby's Morawitz den ächten *B. soroënsis* F. für eine Varietät des *terrestris* hält, die nach ihm bei Petersburg vorkommen soll. Es klingt desshalb bedenklich, wenn Smith (Bees of Gr. Brit. p. 228) sagt: The true species (*B. soroënsis* F.) is much smaller than any example of *B. subterraneus*, denn *terrestris* gehört bekanntlich zu den grössten Arten. Lepeletier (Hist. Nat. d. Hymen. I, p. 468 n. 14) und Erichson, welche ebenfalls den *B. soroënsis* F. für *B. terrestris* L. halten, sagen desshalb, es wäre eine kleine, der Binden ganz oder theilweis entbehrende Varietät.

Aus all dem lässt sich ersehen, dass wir über den *Bombus soroënsis* des Fabricius nichts Bestimmtes wissen und die einzige Möglichkeit, durch Vergleichung des Originalexemplars in der Kieler Sammlung, Klarheit in das Dunkel zu bringen, ist durch Zerstörung desselben nicht mehr vorhanden.

Einen Anhaltspunkt gibt nur noch die von Panzer im 7. Heft no. 11 gelieferte Abbildung, die er als *Apis soroënsis* F. bezeichnet. Dies mit der bekannten Genauigkeit gezeichnete und gemalte Thier, an dem namentlich die so charakteristischen graulichen Binden deutlich angegeben sind, lässt mir wenigstens keinen Zweifel, dass hier eine der vielen Färbungen der so zierlichen und veränderlichen Hummel gegeben ist, welche die neueren Autoren, einige freilich nur theilweis, unter dem *Bombus soroënsis* F. beschreiben. Sicherer wäre es also *B. soroënsis* Panzer zu schreiben, wie es z. B. Schenck thut, da aber Panzer selbst seine Abbildung als *B. soroënsis* F. anführt, so ist der Name zu lassen.

Die jetzt noch bei den Hymenopterologen herrschende Unklarheit ist entstanden aus der ausserordentlichen Verschiedenheit, der Färbung vorliegender Species, die so abweichend ist, dass extreme Formen ohne die verbindenden Mittelglieder nicht leicht als zu derselben Art gehörig aufgefasst werden können. Steht aber ein reiches Material, vorzüglich an ♂ zu Gebote, so verschwindet jedes Bedenken, alle diese Färbungen zu vereinigen, zumal plastische Verschiedenheiten nicht aufzufinden sind und, worauf ich das meiste Gewicht lege, sämtliche ♂ denselben Bau der Genitalien zeigen und ausserdem durch Flugzeit, Besuchen derselben Blumen

(Disteln) u. s. w. sich sattem als zu derselben Species gehörig erweisen. Gerade die häufigste Färbung mit rothgelbem After ist von Professor Gerstäcker in der Stett. Ent. Zeitung 1869 p. 325 als *Bombus Proteus* beschrieben worden. Später bei Beschreibung der dazu gehörigen Weibchen und Arbeiter, warf er Schenck, der in der Stett. Ent. Zeitung 1871 p. 106 sehr richtig den *Bombus Proteus* Gerst. als eine Varietät des *B. soroënsis* F. erklärte, die von ihm (Schenck) bereits beschrieben sei, wenn auch unter dem falschen Namen *B. subterraneus* L., Mangel an Kritik vor. Schenck hat, wenigstens was den *B. Proteus* und *soroënsis* betrifft, diesen Vorwurf vollkommen widerlegt durch seinen Aufsatz über den *Bombus soroënsis* F. in der Berliner Entom. Zeitschrift 1873 p. 243. Der *Bombus Proteus* Gerst. ist überhaupt nicht erst von Schenck als Färbung des *soroënsis* beschrieben worden, bereits Drewsen und Schiödte p. 113 var. ♀. führen ihn an. Ueberhaupt ist der *Bombus soroënsis* der letztgenannten Autoren richtig aufgefasst und ich glaube Farbenverschiedenheiten bei einer und derselben Species dürfen einen Kenner nicht so sehr irre leiten. Ich kann desshalb auch Herrn Prof. Gerstäcker nicht beipflichten, wenn er die Färbungsmerkmale des *Bombus soroënsis* Drewsen u. Schiödte als höchst auffallend und allen sonstigen Erfahrungen widersprechend hinstellt und desshalb mit Erichson meint, es seien hier zahlreiche Abänderungen vieler verschiedener Hummeln zusammengestellt. Er glaubt um so mehr, dass der *Bombus soroënsis* Drewsen und Schiödte eine Mischart sei, als nach ihm eine zweite Hummelart existirt mit einer der Varietät ζ entsprechenden Zeichnung aber verlängertem Kopfe und heller Färbung der 4 letzten Bauchsegmente. Ich besitze jedoch alle von Drewsen und Schiödte angeführten Färbungen, darunter aber kein Exemplar der von Gerstäcker erwähnten zweiten Species, die mir auch gänzlich unbekannt ist. — Ferner hat der verehrte Autor nicht Recht, wenn er meint, der *Bombus soroënsis* Smith sei offenbar ganz verschieden von dem *Bombus soroënsis* Drewsen und Schiödte. Smith hat früher nur bestimmte Färbungen gekannt, von den ♀ blos die mit weissen oder gelblichweissen Aftersegmenten, von den ♂ blos die rothafterigen. Die Art ist in England sehr lokal. Wie er mir schreibt, ist sein *Bombus soroënsis* ganz identisch mit dem der beiden dänischen Autoren. Er und seine Freunde haben jetzt die meisten Varietäten in England aufgefunden. Thomson hat in Schweden blos weissafterige



Färbungen erlangen können, da, wie Kriechbaumer richtig angibt, die rothafterige Varietät (*B. Proteus* Gerst.) eine südliche Form zu sein scheint. Thüringen beherbergt den *Bombus soroënsis* F. wenigstens stellenweis nicht allzuselten; namentlich die Gegend von Gumperda hat mir zahlreiche Exemplare, besonders von ♂ geliefert. Verwechslungen mit anderen Arten halte ich nicht für gut möglich. Die einzige Art wäre der *B. pratorum* L. Derselbe fliegt jedoch viel früher als *B. soroënsis*, meist schon im April und erscheint auch schon wieder im Juni und Juli zugleich mit den Männchen, welch letztere äusserst selten an Disteln zu finden sind, dem Lieblingsplatz der Männchen von *Bombus soroënsis*. Diese zeigen nur selten die Färbung des *Bombus pratorum* ♂, ausserdem macht sie ihre späte Flugzeit schon kenntlich. Ausserordentlich schwierig sind die ♀ zu unterscheiden und ich gebe Gerstäcker ganz Recht, wenn er Stett. Ent. Zeit 1869 p. 326 sagt: Auf die Vermuthung hin, dass die ♀ (von *soroënsis*) denjenigen des *Bombus pratorum* sehr ähnlich sein möchten, habe ich eine beträchtliche Anzahl der letzteren auf eine darunter befindliche zweite Art untersucht, ohne jedoch greifbare und stichhaltige Unterschiede auffinden zu können. Herr Professor Gerstäcker hat richtig gerathen, die ♀ des *Bombus soroënsis* sind denen des *pratorum* ausserordentlich ähnlich, (auch kleinen Exemplaren des *Bombus terrestris* ♀), dass ich noch gar nicht weiss, wie man sie sicher unterscheiden kann, denn alle die Kennzeichen, die Gerstäcker und Schenck anführen, namentlich die Behaarung, sowie die Punktirung des Kopfschildes sind mir nicht recht stichhaltig, sicherer ist das gekielte letzte Bauchsegment des *B. pratorum*. Das beste Unterscheidungszeichen war mir immer das Zusammenfliegen der Geschlechter. Alle Arbeiter, die ich im August und September mit den ♂ auf Disteln fing, gehörten stets zu *soroënsis*.

Was nun die Färbung anbelangt, so stimmen meine Beobachtungen ganz mit denen Schenck's überein, die er in der Berl. Ent. Zeit. 1873 p. 243 veröffentlicht hat. Auch hier in Thüringen zeigt *Bombus soroënsis* rücksichtlich der Endsegmente 3 Färbungen. Dieselbe beginnt in der Mitte des 4. Segmentes und ist entweder weiss, roth oder schwarz. Die beiden ersten Färbungen sind hier gleich häufig, von der letzteren besitze ich blos ♂. Dass auch derartige ♀ vorkommen, ergibt sich aus Schenck's Angabe. Diese ganz schwarze Varietät gliche also dem *Bombus Harrisellus* Westw. (*Apis Harrisella* K.) die, wie bereits erwähnt,

wohl eine Varietät des *B. hortorum* oder auch *runderatus* ist. Ebenso variabel als die Färbung der Endsegmente ist die des Thorax und des zweiten Hinterleibssegmentes, indem hier meist in grösserer oder geringerer Ausprägung gelbe Binden auftreten. Im ersteren Falle ähnelt dann der *Bombus soroënsis* ♀ dem *Bombus pratorum* ♀. Der Hauptunterschied ist die rauhere Behaarung des letzteren, die bei *soroënsis* kürzer und sammetartiger ist. Ausserdem zeigt letzterer deutliche, grauliche Binden am Endrande von Segment 3 und 4. Der Clypeus ist bei *soroënsis* reichlicher punktirt als bei *pratorum*. Letztes Bauchsegment bei diesem gekielt, bei ersterem nicht. Die gelben Binden sind bei *soroënsis* selten so breit wie bei *pratorum*, meist blos angedeutet. Exemplare mit breiteren Binden haben meist weisse Endsegmente, die bei *pratorum* stets rothgelb sind. Exemplare von *soroënsis* ♀, die allenfalls mit *pratorum* ♀ zu verwechseln wären, sind mir erst im letzten Jahre häufiger vorgekommen. Täuschend ähnlich ist die Varietät *Proteus* dem *B. Rajellus*, der sich aber sogleich durch seine rothen Körbchenhaare und sein gekieltes letztes Bauchsegment unterscheiden lässt. Sehr ähnlich ist dieselbe Varietät auch dem *Psithyrus globosus* Kriechbaumer, mit dem ich sie nicht selten auf Disteln gefangen habe. Die fehlenden Körbchen und der hakenförmig eingeschlagene Hinterleib des letzteren lassen natürlich keine Verwechslung zu. Ebenso ist eine solche mit ♀ von *lapidarius* nicht wohl denkbar. Ueber die Schwierigkeit die ♂ von *pratorum* und *soroënsis* zu unterscheiden, habe ich bereits gesprochen. — Die ♂ von *soroënsis* sind auch ohne Untersuchung der Genitalien leicht von den ♂ des *pratorum* zu trennen. Die Fühler sind bei ersterem länger und die Glieder gebogen; die Körbchenhaare schwarz, bei *pratorum* gelblich oder röthlich. Kopfschild bei *soroënsis* höchstens mit Spuren von gelben Haaren, bei *pratorum* oft ganz gelb.

Mit weissen Endsegmenten:

*Apis soroënsis* Fabr. Ent. Syst. II, 318, 12 ♀.

Panzer, Faun. Germ. 7, 11.

? Kirby, Mon. Ap. Angl. II, 354, 98 cf. oben.

? Schaeffer, Icon. tab. 251 fig. 6.

*Bombus soroënsis* Fabr. Syst. Piez. 345, 10.

Illiger, Magazin V, p. 167, 22.

? Dahlbom, Bombi Sc. 38, 11. (Wahrscheinlich zu *B. Latreillellus* oder *hortorum*.)

- Drewsen und Schiödte p. 112, n. 8 (theilweis) tab. II, fig. e u. f.  
 Nylander, Ap. Bor. 239, n. 28.  
 Smith, Bees of Gr. Br. p. 227, n. 14 ♀.  
 Schenck, Nass. Jahrb. VII, 2. Abth. p. 12 n. 7.  
     IX, 1. Abth. p. 91 n. 7.  
     XIV, p. 153 (fälschlich als subterraneus) 2. Nachtrag 1868 p. 7 no. 5.  
     Berliner Ent. Zeit. 1873 p. 243.  
 Thomson, Hym. Scand. 36, n. 15.  
 Smith, Bees of Gr. Br. II. Ed. 1876 p. 215 n. 18.  
*Apis neutra* Panzer, Fn. Germ. 83, 18. Krit. Rev. II, 259 ♀.  
*Bombus neuter* Fabr. Syst. Piez. p. 347, 24.  
     St. Farg. Hym. I, 469, 15.  
*Apis cardui* (*hirsuta nigra*, *ano albo*) Müller, Zool. Dan. no. 1929.  
*Bombus collinus* Smith, Bees of Gr. Br. 223, 11 ♂.  
 (Smith erklärt ihn jetzt selbst für die in England am häufigsten vorkommende Färbung des ♂ von *soroënsis*.)

Mit rothen Endsegmenten:

- Bombus soroënsis* Drewsen und Schiödte p. 112, 8 ♂ ♀ ♀.  
     Smith, Bees of Gr. Br. p. 227, n. 14 ♂.  
     Schenck, Nass. Jahrb. VII, 2. Abth. p. 11 n. 2. Var. b. ?  
     Die weiteren Abhandlungen siehe oben.  
*Bombus Proteus* Gerstäcker, Stett. Ent. Ztg. 1869, p. 325, 18, 1872, p. 292.  
 ? *Apis Cullumana* Kirby, Mon. Ap. Angl. 359, n. 102. ♂.  
 NB. Neuerdings beschreibt Thomson (Hym. Scand. II, 38, 17) einen *Bombus Cullumanus* als selbstständige Species und citirt die *Apis Cullumana* K. als synonym. Nach brieflicher Notiz von ihm, ist er selbst nicht ganz überzeugt, ob beide Thiere gleich sind. Exemplare, die ich durch die Güte Drewsen's zur Ansicht erhielt, ähnelten in der Färbung kleinen Exemplaren des *B. soroënsis* var. *Cullumanus*. Da nach Thomson die männlichen Genitalien sehr ausgezeichnet sind, so glaube ich, dass eine gute Species hier vorliegt. Es würde also *Bombus Cullumanus* Thomson (nec Kirby) zu schreiben sein, oder ersterer erhielt am besten einen neuen Namen. Auch Smith (Bees of Gr. Br. II Ed. 1876 p. 208 n. 11) nimmt jetzt einen *Bombus Cullumanus* Kirby als eigene Species an. Das

typische Exemplar in Kirby's Sammlung scheint nicht erhalten zu sein.

NB. Die *Apis Burrellana* Kirby, Mon. Ap. Angl. II, 358, 101 gehört nicht hierher, sondern zu *pratorum* L., denn Kirby sagt ausdrücklich: *Antennae articulis rectiusculis*. Smith stellt den *Bombus Burrellanus* Dahlb. (mit?), Drewsen und Schiödt und Nylander als synonym zu *soroënsis*. Da sich aber alle diese Autoren auf Kirby berufen, so gehören die bezeichneten Thiere nicht hierher.

NB. Wohin der *Bremus sylvarum* Panzer, Fn. Germ. 85, 19, ebenso der *Bombus sylvarum* Fabricius, Syst. Piez. 348, n. 27 gehört ist nicht festzustellen. Illiger hält ihn für den *B. Burrellanus* K., Nylander stellt ihn, nebst dem letzteren als synonym zu *B. soroënsis* F., Smith bloß den *Bremus sylvarum* Pz. Fabricius fügt am Schluss hinzu: *Variet rarius thorace immaculato*. Auf *B. soroënsis* passt dies nicht, höchstens auf *B. pratorum* ♂, das oft mit ganz blassgelbem Thorax vorkommt.

NB. Die *Apis subinterrupta* Kirby, Mon. Ap. Angl. II, 356, 99 ♂ gehört sicherlich hierher, da Kirby den Kiefernbart schwarz nennt, dieser aber bei *B. pratorum* L. gelb ist. Dagegen gehört das ♀ jedenfalls zu letzterer Species. Ebenso scheint der *Bombus subinterruptus* der späteren Autoren gelbbandirte Färbungen der var. *Proteus* mit zu enthalten.

#### Mit schwarzen Endsegmenten:

Zuerst von Schenck, Berl. Ent. Zeitschr. 1873 p. 244 erwähnt. Ich nenne diese Varietät *Bombus soroënsis* var. *sepulcralis*.



Grösse des *B. Rajellus*, etwa 18—20<sup>mm</sup> lang, 35<sup>mm</sup> breit. Kopf schwach verlängert, Clypeus punktirt. Fühlerschaft knapp 3<sup>mm</sup>, Geißel 5<sup>mm</sup>, 3. Glied nicht ganz so lang als 4 und 5 zusammen. Hinterferse oben bogenförmig, in der Mitte am breitesten. Letztes Bauchsegment nicht gekielt. Viertes Hinterleibsegment bloß zur Hälfte hellgefärbt. Segment 2 und 3 am Ende mit graulichen Binden.

## Mit weissen Endsegmenten:

(B. soroënsis Fabr.)

Eine reinweisse Färbung ist mir nie vorgekommen. Die Basis der Haare zeigt immer einen gelblichen Schimmer, was zumal an der Bauchseite hervortritt.

- 1) Schwarz mit weissem After. Fast keine Spur von gelber Färbung. Der eigentliche B. soroënsis F., wie ihn Panzer abbildet, ebenso Driesen und Schiödt tab. II, fig. f.
- 2) Wie der vorige, aber Prothorax und Brustseiten, sowie Segment 2 mit gelben Haaren, die zuweilen an einer dieser Stellen ziemlich undeutlich sind. In Thüringen die gewöhnlichste Färbung.
- 3) Prothorax mit breiter gelber Binde. Segment 2 ebenso, in der Mitte jedoch stark verschmälert, fast unterbrochen.

Ich besitze blos 1 Exemplar dieser prächtigen Färbung, die bei dem ♂ nicht allzu selten ist. Das Thier ähnelt einem kleinen, schwächtigen B. terrestris, ist aber nicht schwer zu unterscheiden. Ich schlage dafür den Namen *Bombus soroënsis* var. *laetus* vor.

## Mit rothen Endsegmenten:

(Bombus soroënsis var. Proteus Gerst.)

- 1) Schwarz, mit rostrothem After. In Thüringen mit die gewöhnlichste Färbung.
- 2) Prothorax, seltener Segment 2 mit Spuren von gelber Binde. Ich besitze blos wenige Exemplare, die ich letzten Herbst auf Disteln fing. Sie ähneln von fern sehr dem *Psithyrus globosus* Kriechb.
- 3) Prothorax mit gelber Binde. Segment 2 mit eingemengten gelben Haaren. So gefärbte Weibchen sind selten. Färbungen, die dem *Bombus pratorum* var. *subinterruptus* oder gar *citrinus* entsprächen, habe ich noch nie gefunden. Dagegen sind so gezeichnete Arbeiter und Männchen keineswegs selten.

Anmerk. Zwischen der weiss- und rothhaarigen Färbung kommen nicht selten Uebergänge vor, der beste Beweis der Zusammengehörigkeit beider. Nicht selten haben z. B. die rothen Haare weisse Spitzen. Ich besitze ein Exemplar, bei welchem der After halb weiss und halb roth gezeichnet ist, ausserdem auch noch Segment 2 und 3 mit weissen Flecken geziert ist.

## Mit schwarzen Endsegmenten.

(Bombus soroënsis var. sepulcralis.)

Nach Schenck kommen auch ♀ dieser Färbung vor, bei denen dann der ganze Körper schwarz ist. Gelbe Binden sollen nach Schenck nicht auftreten. Wie ich bereits erwähnt habe, sind mir in Thüringen nur ♂ bis jetzt vorgekommen.



Grösse ziemlich verschieden, meist 12—15<sup>mm</sup> lang. In der Färbung ebenso variabel als die ♀. In Thüringen sind die rein schwarzen Exemplare mit weissem After am seltensten, etwas häufiger die reine Varietät Proteus. Nicht selten ist die Färbung mit weissem After und breiten gelben Binden, am häufigsten dieselbe Färbung, aber mit rothem After. Dieselbe gleicht ganz den Arbeitern von pratorum und ich habe bereits darüber gesprochen, wie schwer es ist, beide zu trennen. Die Flugzeit und der Ort des Vorkommens hilft noch am besten. Die schwarzafterige Varietät habe ich nie finden können, nach Schenck kömmt sie auch mit gelben Binden vor.



Länge 12—15<sup>mm</sup>, Breite ungefähr 30<sup>mm</sup>. Schaft 2, Geisel 6<sup>mm</sup>, dünner als bei pratorum. Dass die Geisel viel länger sei als bei letzterer Species, wie Gerstäcker behauptet, kann ich nicht bestätigen. Die Differenz ist ganz unbedeutend. 2. Glied kürzer als das 4. Die nächsten Glieder gebogen, dagegen bei pratorum gerade. Hinterferse an der Basis weit mehr verschmälert als bei pratorum. Die Färbung ist ausserordentlich verschieden. In folgenden Punkten jedoch stimmen meine zahlreichen Exemplare überein: Kopfschild fast stets schwarz, selten mit eingestreuten gelben Haaren, die nie den ganzen Kopfschild bedecken, wie bei B. lapidarius ♂ und pratorum ♂. Die Scheitelhaare variiren bald gelb, bald schwarz. Thoraxseiten stets mit einem Büschel gelber Haare, die von oben gesehen vor der Flügelbasis deutlich hervortreten und sich regelmässig um die Unterseite herumziehen und auch oben nicht selten bindenartig auftreten, sodass dann der Thorax mit einem Kreis gelber Haare geschmückt ist. Die Unterseite der Schenkel mit langen, gelben Haaren, die Oberseite dagegen meist schwarz. Körbchenhaare schwarz, bei pratorum dagegen gelbroth. Letztes Tarsenglied braunroth. — Die Behaarung ist

lang und gleicht also der des Weibchens nicht; sie ist mithin nicht als Unterschied von *pratorum* ♂ zu benutzen.

Mit weissen Endsegmenten:  
(Weit seltener als die folgende Färbung.)

- 1) Abdomen mit gelber Basis, meist auch Segment 2 am Seitenrand mit gelben Haaren, oder ganz gelb. Zwischen Kopf und Thorax eingemengte gelbliche Haare.
- 2) Prothorax mit gelber Querbinde, sonst wie voriger.

Mit rothen Endsegmenten:  
(var. *Proteus* Gerst.)

- 1) Oberseite des Thorax und Abdomen schwarz.
- 2) Segment 1 mit gelben Haaren, ebenso der hintere Theil des Scheitels.
- 3) Segment 1 und 2 mit gelben Haaren, Prothorax mit undeutlicher Querbinde.
- 4) Prothorax sowie Segment 1 und 2 mit breiter schöngelber Binde. Schildchen zuweilen mit eingestreuten gelben Haaren.

Anmerk. Zahlreiche Uebergänge finden zwischen den angegebenen Färbungen statt. Nicht selten kommen z. B. Männchen vor, bei denen, wie bei den Weibchen, die Endsegmente roth und weiss gefärbt sind (*ano roseo-albo* wie *Drewsen* und *Schiödde* sagen).

Mit schwarzen Endsegmenten:  
(var. *sepulcralis*.)

Die Hinterleibsspitze ist nicht rein schwarz. Es bleibt immer noch ein Anflug von Grau oder Roth. Die Exemplare, welche ich besitze, sind meist ganz schwarz, abgesehen von den gelben Seiten des Thorax und der Unterseite des letzteren und der Schenkel. Selten zeigt sich eine schwache gelbe Binde auf dem 1. Segment. Exemplare mit Binde auf dem Prothorax sind mir noch nicht vorgekommen.

Genitalien: Klappen kürzer als das obere Endglied, am Ende erweitert, in der Mitte nach unten mit breitem, spitzen Zahn, davor mit Ausbuchtung. Oberes Endglied weit über den Stiel verlängert, nach innen ausgebuchtet, desshalb von oben betrachtet, nierenförmig erscheinend. Unteres Endglied wenig über das obere hervorstehend, am Ende schwach ausgerandet und nach innen mit hakenförmigem nach vorn umgebogenen Zahn.



*Bombus soroënsis* F. ist nach meinen Beobachtungen in Thüringen nur stellenweis häufiger zu finden und scheint in manchen Gegenden fast ganz zu fehlen. Nach Smith ist er in England ebenfalls an bestimmte Oertlichkeiten gebunden. In Schweden ist er nach Thomson sehr selten, die rothafterige Färbung noch gar nicht gefunden. Dagegen findet er sich nach Drewsen und Schiödte in Dänemark wieder häufiger. — Ich fand ihn einzeln bei Blankenburg, sehr spärlich auf der Hochebene zwischen Rudolstadt und Stadtilm, in der Umgegend von Saalfeld, an manchen Orten gar nicht. Ziemlich häufig dagegen kommt er in der Umgebung Gumperda's vor, namentlich konnte ich die ♂ in schöner Auswahl sammeln. Ohne eine solche wird man über diese Art nicht recht klug. Hätte ich z. B. nur in der Gegend von Stadtilm sammeln können, wo nur ganz einzelne ♂ auf Disteln zu finden waren, so wären meine Ansichten immerhin schwankend geblieben, hier jedoch habe ich alle möglichen Uebergänge gefunden.

Die Weibchen erscheinen Mitte Mai, eher noch etwas später und sind bis in den Juli hinein anzutreffen. Die Hauptflugzeit ist Anfang Juni. Nur einmal traf ich ein Weibchen bereits am 27. April an blühender *Salix aurita*. Es war jedoch wie trunken, wahrscheinlich wegen der kalten Witterung. Dagegen fliegt *Bombus pratorum* ♀ schon Anfang April und ist, wenn *Bombus soroënsis* erscheint, fast gar nicht mehr zu finden. Die Männchen kommen Ende Juli zum Vorschein und sind bis in den October anzutreffen. Sie fliegen fast nur auf Disteln und sind ziemlich lebhaft. Die jungen Weibchen zeigen sich im September auf Klee und Disteln. Man trifft sie sehr selten. Das Nest unter der Erde.

### 11. *Bombus mastrucatus* Gerst.

*Bombus mastrucatus* Gerstäcker Stett. Ent. Zeit. 1869 pag. 326 n. 19.

*Bombus brevigena* Thomson Op. 255, 12. Hym. Scand. II, 42, 22.



Grösse des *Bombus lapidarius* doch gedrungener. Behaarung struppig, wie bei *Bombus pomorum*; mit letzterem auch gemeinsam die mattschwarze Färbung des Thorax wegen der eingemengten graugelben Haare. Kopf auffallend kurz, besonders die Wangen; der Zwischenraum zwischen den Augen breiter als der Längsdurchmesser der Augen. Oberlippe mit grosser tiefer Grube.

3. Fühlerglied unmerklich kürzer als 4 und 5 zusammen. Flügel leicht gebräunt. Behaarung russschwarz, auf dem Prothorax meist eine schwache Andeutung von einer gelblichen Binde, wie es häufig *Bombus soroënsis*, sehr selten *Bombus lapidarius* ♀, regelmässig dagegen *Bombus pomorum* zeigt. Auch auf dem Schildchen und der Hinterleibsbasis zeigen die Haare meist falbe Spitzen, zumal die Seitenbüschel des 1. Segmentes. Hinterleib vom 3. Segment an brennend roth gefärbt, bei meinen Exemplaren meist auch die letzten Haare des 2. Segmentes. Nach Gerstäcker erstreckt sich die schwarze Behaarung auf die Basis des 3. Segmentes. Ich besitze blos ein Exemplar, wo dies der Fall ist. Bei demselben ist überhaupt die rothe Behaarung nicht scharf von der schwarzen geschieden, was sonst der Fall ist. Als ich das erwähnte Thier fing, hielt ich es beim ersten Anblick für *Bombus pomorum*, bis mich der kurze Kopf eines Besseren belehrte. Endsegment an den Seiten stark gewimpert, ohne Kiel. An der Bauchseite die 4 letzten Segmente dünn rothgelb gefranst, einzelne gelbe Haare gehen noch weiter nach vorn. Beine mattschwarz behaart, an der Unterseite fast graulich; letztere Farbe zeigen auch meist die Spitzen der Körbchenhaare. Die 4 Endtarsen rothbraun und ebenso bedornt. Behaarung derselben goldgelb. Ferse an der Innenseite stark goldbraun behaart, an der Aussenseite dünn und mehr an der Spitze. Auch die Tibien haben an der Innenseite einen schwachen braunen Schimmer. Klauen rothbraun, von der Mitte scharf abgegrenzt schwarz.



Die Grösse scheint wie bei allen Hummelarbeitern sehr zu variiren. Nach Gerstäcker übertreffen die Arbeiter vorliegender Art die von *Bombus lapidarius* meist um das Doppelte. Ein Arbeiter dagegen, den ich der Güte des Hrn. Dr. Kriebaumer verdanke, ist eher kleiner. Färbung wie bei dem ♀, das Schwarze aber fast noch mehr durch eingemengte helle Haare verdrängt; bei dem erwähnten ♂ die Spitze der Körbchenhaare sogar weiss.



Unter den verwandten Arten auffallend durch seine Grösse (bis 18<sup>mm</sup>), und von dem in der Färbung sehr ähnlichen *Bombus lapidarius* ♂ schon dadurch gut zu unterscheiden. Nur der plumpe *Bombus confusus* ♂ kommt an Grösse gleich.

Fühlergeissel schlank, länger als bei *lapidarius*. Glied 3 fast

so lang als 4 und 5 zusammen. Zwischenraum zwischen den Augen breit. Kopf hinter den Augen stark verlängert wie bei *lapidarius*, mit diesem auch übereinstimmend in der an der Basis schmal zusammengezogenen Hinterferse. Haar lang und struppig. Färbung bunt, indem die bei dem ♀ nur angedeutete Einnischung heller Haare hier reichlich auftritt und zumal auf dem Thorax die schwarze Behaarung bis auf eine Binde verdrängen kann. Mattschwarz. Kopfschild, mit Ausnahme einer schwarzen Einfassung oben und an den Seiten, ein Büschel Haare auf dem Scheitel oberhalb der Ocellen, Prothorax und Endsaum des Schildchens gelb. Hinterleib meist erst vom Endsaum des 3. Segmentes roth; diese Färbung also nicht so ausgedehnt wie beim ♀. Segment 1 an den Seiten mit gelben Büscheln, Segment 2 und 3 wenigstens mit eingemengten blassen Haaren oder Haarspitzen.

Bei weiterem Fortschreiten der gelben Behaarung bleibt schliesslich nur noch eine schmale schwarze Binde auf dem Thorax und eine ebensolche trennt die gelbe und rothe Behaarung des Hinterleibs. Die ganze Unterseite, auch die der Hüften und Schenkel ist gelbhaarig. Nach Gerstäcker ist die Bekleidung der Vorder- und Mittelschienen schwarz. Exemplare aus Tegernsee von Kriechbaumer zeigen jedoch auch hier eingemengte rothgelbe Haare. Letztere Farbe haben auch viele Körbchenhaare, wenigstens an den Spitzen.

Genitalien: Die Zangen ähneln denen des *Bombus lapidarius*, die Klappen denen des *B. pratorum*. Stiel oben mit tiefer Grube. Oberes Endglied an der Spitze abgerundet, an der Basis der Innenseite mit Zahn. Unteres Endglied wie bei *lapidarius* am Ende ausgebuchtet. Die Klappen in der Mitte der Unterseite zahnartig verbreitert. Das Ende nach unten gebogen und sichelförmig einwärts gekrümmt. An der Abbiegung verbreitert, sodass man von oben einen stumpfen rückwärts gerichteten Zahn zu erblicken glaubt. Die Unterseite der sichelförmigen Krümmung wie bei *pratorum* gesägt, doch etwas unregelmässiger.

*Bombus mastrucatus* bewohnt mit Vorliebe das Alpengebiet und zwar nach Gerstäcker eine Höhe von 3000' bis 7000'. Dieser Autor sammelte ihn zahlreich bei Gastein, Berchtesgaden, Kreuth, im unteren und oberen Engadin und auf dem Stelvio. Nach Professor von Dalla Torre (Entom. Nachr. 1877 pag. 35) steigt er noch über 7000 Fuss. Er fand ihn bei 2500 m. auf *Cirsium spinosissimum* und noch höher auf vereinzelter *Phyteuma*

*hemisphaericum* L. (Aug. 1876 ♀) im Oetzthaler Complex. Nach Thomson kommt die Art in Lappland vor. Ich glaube wenigstens bestimmt, dass der *Bombus brevigena* Thoms. identisch ist mit vorliegender Species. — Herr Professor Schenck fand zuerst diese Alpenhummele auch im Flachlande und zwar in Nassau. Auch Thüringen zählt dieselbe zu seiner Fauna. Im vergangenen Jahre war ich so glücklich sie als letzte Art aufzufinden. Ich besitze bis jetzt bloß 3 Weibchen aus unserer Gegend. Das erste Exemplar fing ich am 19. Mai 1877 auf dem Höfelberg bei Blankenburg an *Orob. vernus* L. Ein zweites Weibchen fing ich am 25. Mai bei Braunsdorf, einem hochgelegenen Dorfe oberhalb Blankenburg, an *Pedicularis silvatica* L., ein drittes tadelloses am 3. Juni im Zeitgrund bei Stadtroda an Wiesenblumen.

Ich glaube bestimmt, dass die beiden Alpenhummele *Bombus mesomelas* und *mastrucatus* auf dem eigentlichen Thüringer Walde noch hie und da aufzufinden sind und empfehle sie desshalb recht sehr der Beobachtung der Entomologen.

## 12. *Bombus lapidarius* L.

*Bombylius maximus totus niger, exceptis duobus extremis abdominis annulis rufis.*

Ray, Ins. p. 246, n. 1 ♀.

*Bombylius medius niger, cauda rubra, supra scapulas torque e viridi lutea caput fere cingente, cum insigni velut penicillo pilorum luteorum splendentium in media facie inter oculos.*

Ray, Ins. p. 247, n. 7 ♂.

*Apis lapidaria* Lin. Syst. Nat. II, 960, 44 ♀. Fn. Suec. 424, n. 1712 ♀.

Scop. Ent. Carn. 305, n. 813.

Fabr. Syst. Ent. 381, 14. Ent. Syst. II, 329. 25.

Réaumur, Ins. VI, tab. 1, fig. 1—4 ♂ ♀ ♂.

Schrank, Ins. Austr. p. 396, n. 799.

Frisch, Ins. 9, 25, 2.

Müller, Fn. Frid. 651 ♀. Zool. Dan. n. 1921.

Geoffr. Hist. Ins. 2, p. 417, n. 21.

Christ, Hymen. p. 126, tab. 7 fig. 1.

Huber, Observat. 223, tab. 25 fig. 1—3 ♂ ♀ ♂.

Kirby, Mon. Ap. Angl. II, 363, 106.

*Bombus lapidarius* Latr. Hist. XIV, 64, 2 ♀.

Fabr. Syst. Piez. p. 347, 25.

Illiger, Magazin V, 169, 30.

Dahlbom, Bomb. Scand. 30, 1.

Seidl, Hummeln Böhmens p. 70 n. 12.

H. Farg. Hym. I, 460, 3.

Drewsen u. Schiödte 116, 10.

Smith, Zool. II, 549, 14. Bees of Gr. Br. 228, 15.

Nyl. Ap. Boreal. p. 238, 25.

Schenck, Nass. Jahrb. XIV, 150 n. 4.

Thomson, Op. 257, 17. Hymen. Scand. II, 37, 16.

Smith, Bees of Gr. Br. II. Ed. 1876. p. 211 n. 14.

*Apis arbustorum* Fabr. Ent. Syst. 2, 320, 24 ♂.

*Bombus arbustorum* Fabr. Syst. Piez. p. 347, 23 ♂. Fabricius erwähnt nicht die gelbe Färbung des Kopfes.

*Apicis pertristis* Harris, Expos. Engl. Ins. p. 137, tab. 40, f. 14 ♂.

*Apicis opis*, Harris, idem. p. 137, tab. 40, f. 12 ♀.

*Apis coronata*, Fouri. Ent. Par. II, 449, 23 ♂.

*Apis nigra*, fronte basique thoracis flavis, ano fulvo.

Geoffr. Hist. Ins. II, p. 417 n. 22 ♂.

*Apis haemorrhoidalis* Christ, Hym. 132, tab. 9, fig. 2 ♂.

*Bremus truncorum* Panzer, Fn. Germ. 85, tab. 21 ♂.

? *Bremus regelationis* Panz, Fn. Germ. 86, tab. 17 ♂.

(Nach Illiger V, 169 zu *B. sylvarum* gehörig.)

*Bombus Lefebvrei* St. Farg. Hym. I, 461, 4.

Eine Varietät des ♀. Typus in der Sammlung Westwood's.

## ♀

Länge 24—26<sup>mm</sup>, Breite 40—45<sup>mm</sup>, Fühlerschaft 3,5<sup>mm</sup>, Geißel 5,5<sup>mm</sup>. Glied 3 so lang als 4 und 5 zusammen. Hinterferse am oberen Rand gebogen, etwas länger als die halbe Schiene. Körbchenhaare schwarz, Flügel fast glashell, Aussenrand nur wenig getrübt.

Schön sammetschwarz, 2. und 3. Segment am Ende mit graulichen Binden, die 3 Endsegmente roth, das letzte oben mit einem rundlichen, kahlen, scharf abgegrenzten Raum. Endglieder der Tarsen röthlich behaart.

Variirt ausserordentlich wenig.

Var. 1. *B. lapidarius* Var. *Lefebvrei* St. Farg. Nähert sich in der Färbung dem ♂. Prothorax mit undeutlicher gelber Querbinde. Bei meinem einzigen Exemplar sind die Spitzen der Körbchenhaare röthlich weiss.

Var. 2. *B. lapidarius* Var. *albicans* m. Die tiefschwarze sammetartige Färbung hat sich verloren, indem die Spitzen der Haare stellenweis weisslich oder grau gefärbt sind, namentlich auf dem Schildchen, an der ganzen Unterseite und den Hinterschienen. Der Hinterleib zeigt oben meist weissliche oder gelbliche Flecken.



In der Grösse ziemlich verschieden, meist 15—18<sup>mm</sup> lang, doch besitze ich auch Exemplare von 10<sup>mm</sup>. Zeichnung ganz wie beim ♀. Uebergänge zur Varietät *Lefebvrei* kommen vor, sind aber bei meinen Exemplaren nur schwach ausgeprägt. Häufiger ist die Varietät *albicans*.



Länge 15—18<sup>mm</sup>, Breite 30<sup>mm</sup>; Fühlerschaft 2<sup>mm</sup>, Geisel 4,5—5<sup>mm</sup>, etwas länger als der Kopf, Glieder nicht ausgerandet. Hinterferse lang und schmal.

Färbung ziemlich constant. Schwarz; Kopfschild und Binde auf dem Prothorax gelb behaart, Schildchen und Unterseite des Körpers und der Schenkel ebenso, doch dünner, das Schildchen oft blos mit eingemengten, gelben Haaren, die sich nicht selten auf die Basis des Hinterleibs ausdehnen. Segment 4—7 hell braunroth, doch dunkeler als bei den übrigen rothafterigen Arten. Die Hinterschienen und Hinterfersen mit langen rothen Haaren.

In der Färbung blos mit *B. soroënsis* ♂ zu verwechseln, bei diesem der Kopfschild jedoch regelmässig schwarz behaart, höchstens mit eingemengten gelben Haaren, die nie so reingelb sind wie bei *lapidarius*. Ferner sind bei *soroënsis* ♂ die Haare der Hinterschienen schwarz und die Glieder der Geisel ausgerandet oder vielmehr bogenförmig, die Geisel selbst weit länger.

Das ♂ von *confusus* lässt gar keine Verwechslung zu. *Rajellus* ♂ unterscheidet sich sofort durch seine graulichen Binden auf Thorax und Hinterleib und die sehr abweichenden Fühler.

Varietäten: Die Varietät *albicans* zeigt sich am schönsten beim ♂. Ich besitze blos ein einziges Exemplar. Kopfschild weissgelblich behaart, Prothorax mit undeutlicher gelber Binde. Thoraxseiten mit zahlreichen weissen Haaren. Hinterleibsspitze weiss mit rostgelben eingemengten Haaren. Die vorderen Segmente mit weissen Flecken. Gefangen am 3. Sept. 1876.

Varietäten, die Smith angibt, bei denen der Hinterleib blos

einige rothe Haare zeigt, sind mir in Thüringen noch nicht vorgekommen.

Genitalien: Klappen länger als der Stiel, an der Spitze erweitert, daselbst nach unten mit einem breiten, nach innen mit einem langen, sehr spitzen Zahn. Klappen der ganzen Länge nach gleich dick, ohne Zahn nach unten. Oberes Endglied über den Stiel hinausragend, an der Innenseite schräg nach unten mit einem stumpfen Zahn. Unteres Endglied so weit über das obere verlängert, wie dieses über den Stiel, am Ende ausgebuchtet.

*Bombus lapidarius* ist mit *terrestris* eine der häufigsten Hummeln. Sie erscheint weit später als die letztere, in Thüringen höchst selten vor Mitte Mai, fliegt aber dafür ziemlich lange. Eine sehr auffallende Ausnahme macht ein Weibchen, das ich bereits am 3. April 1877 an blühender *Salix Caprea* an der Gemeinde bei Blankenburg, noch dazu an der Nordseite des Berges fing. Es war ganz erstarrt von der Kälte und unfähig zu fliegen. Ihr Nest legt sie, wie ihr Name sagt, mit Vorliebe unter Steinen und in Mauern an, man findet es aber auch nicht selten in der Erde. Es gehört mit zu den am zahlreichsten bevölkerten. Die ♂ erscheinen Ende Juli, sind im August am zahlreichsten und treiben sich bis in den October mit Vorliebe auf allerlei Disteln umher. Sie sind ziemlich träge. Die ♀ und kleinen Weibchen besuchen mit Vorliebe Kleeäcker, doch auch Disteln. Die grossen ♀ erscheinen einzeln in der letzten Woche des August auf Klee und Disteln, die letzten, die ich noch in der 3. Woche des October gefangen habe, sitzen träge an Distelköpfen. Sie gehören zu den Hummelweibchen, die man im Herbst am häufigsten sieht.

Die Varietät *Lefebvrei* ist sehr selten, ich habe bis jetzt nur ein ♀ gefangen. Häufiger dagegen ist die Varietät *albicans*, wenigstens ♀ und ♂. Ich habe die Beobachtung gemacht, dass gerade unter den im Herbste erscheinenden ♀ diese Färbung nicht selten ist, zumal war dies im Jahre 1876 der Fall, dass dagegen die ♀, welche im Frühjahr fliegen, regelmässig die schöne, tief-schwarze Färbung zeigen. Gehen also jene ♀ vielleicht im Herbst zu Grunde?

---

### 13. *Bombus confusus* Schenck.

*Bombus confusus* Schenck, Nass. Jahrb. XIV, p. 151 n. 5.

*Bombus Rajellus* Schenck, Nass. Jahrb. IX, 89 ♂.



Es ist auffallend, dass eine so leicht kenntliche und fast gar nicht variirende Hummel erst so spät abgetrennt worden ist. Zumal das ♂ ist ein so auffallendes Thier, dass ich nicht wüsste, mit welchem anderen Hummelmännchen es zu verwechseln wäre. Seine schöne, sammetartige Behaarung lässt auch bald auf das dazu gehörige ♀ schliessen. Hat das Thier also wirklich den älteren Autoren vorgelegen, so steckt es mit unter den übrigen schwarz und roth gezeichneten Arten. Dann müsste freilich auch das ♂ beschrieben sein, das sich bei seinen hervorstechenden Eigenschaften aus der flüchtigsten Beschreibung herauserkennen liesse und doch findet sich keine Andeutung. Die Sache ist um so auffallender, da der *Bombus confusus* aus vielen Gegenden Deutschlands bekannt ist, z. B. in Thüringen keineswegs zu den grossen Seltenheiten gehört. — Es ist Schenck's Verdienst, diese Hummel zuerst erkannt zu haben. Auch er war früher unsicher, das ♀ unterschied er noch nicht und das ♂ stellte er zu *Rajellus*. Als jedoch durch Smith die Zusammengehörigkeit des *B. Derhamellus* ♂ mit *B. Rajellus* ♀ erkannt wurde, sah Schenck ein, dass, falls dem so sei, das von ihm als *Rajellus* beschriebene ♂ zu einer andern Species gehören müsse (Nass. Jahrb. X p. 139). Erst im XIV. Heft stellte er dann die neue Art auf.

♀

Durchschnittlich etwas kleiner als die vorige Art und von ihr leicht zu unterscheiden. Ich stelle statt einer Beschreibung vorliegender Art die Unterschiede beider neben einander.

Bei *lapidarius* Bauchsegment 4 und 5 mit rothgelben Fransen, bei *confusus* 2—5. Unteres Endsegment bei *lapidarius* mit starkem Mittelkiel, bei *confusus* auch vorhanden, aber weit schwächer. Endsegment bei *lapidarius* oben mit einem kahlen runden Fleck, bei *confusus* nicht. Behaarung bei *lapidarius* weit länger, bei *confusus* auffallend kurz sammetartig. Bei *confusus* an der Basis von Segment 3 und 4 zwei grauliche Binden. Die rothe Farbe der Endsegmente bei *lapidarius* dunkeler als bei *confusus*, bei *lapidarius* jedoch lebhafter. Hinterferse bei *confusus* viel kürzer und schmaler als bei *lapidarius*, oben fast gerade, halb so lang als die Schiene; bei *lapidarius* breit, oben bogenförmig, länger als die halbe Schiene. Kopfschild bei *confusus* unten am Rande der schwarzen Haare mit eingemengten gelben, bei *lapidarius* ganz schwarz. Kiefertaster bei *confusus* kürzer und breiter als bei *lapidarius*, am Ende wenig verschmälert, schräg abgestutzt, das Endglied noch

nicht den vierten Theil so lang, als das vorhergehende und ebenso breit; bei *lapidarius* dagegen ist das Endglied halb so lang als das vorhergehende und deutlich verschmälert. Hinterferse bei *lapidarius* aussen gelb behaart, bei *confusus* schwarz, nur am Hinter- und Unterrand gelb. Hinterleib und Kopfschild bei *confusus* dicht punktirt, bei *lapidarius* weitläufiger. Die dunkle Färbung des Flügelrandes bei *confusus* deutlicher und schärfer abgegrenzt als bei *lapidarius*.

Varietäten des *confusus* ♀ sind mir nicht bekannt.



Durchschnittlich grösser als die ♂ von *lapidarius*. Ganz den ♀ entsprechend gefärbt.



Grösser und plumper als *lapidarius*, überhaupt sehr leicht von ihm zu unterscheiden. Länge 17—20<sup>mm</sup>, Breite 30—36<sup>mm</sup>. Fühlerschaft 2<sup>mm</sup>, Geißel 4,5<sup>mm</sup>, also wie bei *lapidarius*. Beide ♂ haben mithin unter allen Hummeln die kürzesten Fühler. Geißelglieder gerade. Schenck sagt, die Fühler seien dünner als bei *lapidarius*, ich finde keinen Unterschied. Das einzelne Auge von vorn gesehen so breit als der Kopfschild, dieser nimmt mithin bloß  $\frac{1}{3}$  der Kopfbreite ein; bei *lapidarius* beide Augen zusammen genommen nicht so breit als der Kopfschild. Hinterferse etwas breiter als bei *lapidarius*. — Der ganze Körper mit der dieser Species eigenthümlichen kurzen Behaarung, namentlich der Thorax schön sammetartig erscheinend. Am Kopfe erscheinen die Augen wie vorgequollen, wozu die kurzen Scheitelhaare mit beitragen.

Schwarz; Prothorax, Schildchen und Basis des Hinterleibs mit eingemengten, eisgrauen Haaren (wie versengt aussehend). Segment 2 und 3 am Ende mit grauen Binden wie bei den ♀ und ♂, doch nicht so deutlich. Segment 4—7 rings hell braunroth, etwas heller und schmutziger als bei *lapidarius*. Die langen Haare der Schienen und die Fersen rostroth, ebenso die Unterseite des Körpers und der Schenkel. Kopfschild schwarz behaart.

Das Variiren beschränkt sich meist auf das mehr oder weniger ausgedehnte Auftreten der weissgrauen Haare des Thorax. Im letzteren Fall wird der Thorax fast ganz schwarz wie beim ♂. Im ersteren Falle zeigt der Prothorax zuweilen eine mehr oder weniger deutliche Binde, die in seltenen Fällen gelb gefärbt ist,

aber bei keinem meiner zahlreichen Exemplare die schöngelbe Färbung des *lapidarius* zeigt, sich auch nicht auf das Schildchen erstreckt.

**Genitalien:** Klappen so lang als das obere Endglied, nach unten und aussen dreieckig erweitert, das Ende spitz. Das obere Endglied eigenthümlich verbreitert, von oben napfförmig erscheinend. Das untere Endglied weit vorragend, schmal, am Ende zugespitzt, an der Basis nach innen mit einem gekrümmten, spitzigen Zahn, der hinter dem oberen Endgliede hervorragt.

*Bombus confusus* ist nach Schenck bereits an vielen Orten Deutschlands aufgefunden worden, gehört aber nach ihm zu den seltensten Arten. Das Vorkommen ausserhalb Deutschland und der Schweiz ist bis jetzt noch nicht constatirt worden. Was Thüringen anbetrifft, so ist diese schöne Art stellenweis sogar häufig anzutreffen. Hier bei Gumperda ist sie gar keine Seltenheit, im Jahre 1877 war sie stellenweis z. B. im Mühlhölzchen weit zahlreicher sogar als *Bombus lapidarius*. In ziemlicher Menge fand ich sie ferner in der Gegend von Stadtilm, im Zeitzgrund u. a. O., strichweis jedoch scheint sie gänzlich zu fehlen. Bei Gotha ist sie nach Herrn Forstrath Kellner ziemlich selten. Sie erscheint mit *lapidarius* etwa in der 3. Woche des Mai. Die ♂ trifft man im Spätsommer und Anfang Herbst auf Disteln. Die jungen Weibchen sind im September auf Kleeäckern zu finden. Bei Stadtilm konnte ich sie letzten Herbst in ziemlicher Anzahl sammeln. Das Nest wird unter der Erde angelegt.

#### 14. *Bombus Rajellus* Kirby.

*Bombylius minor*, praecedenti (*B. lapidarius*) concolor, abdomine imo pallidius rubente s. fulvo.

Ray, Hist. Ins. p. 246 n. 2.

*Apis Rajella* Kirby, Mon. Ap. Angl. II, 367, 107 ♀.

*Bombus Rajellus* Illiger, Magazin V, 169, 31.

Dahlb. Bomb. Sc. 33, 4.

Drews. & Schiödte 115 n. 9.

Smith, Zool. II, 550, 15.

Nylander, Ap. Bor. 238, 26.

Schenck, Nass. Jahrb. XIV, p. 153 n. 7.

Thomson, Op. 257, 18, Hym. Sc. II, 32, n. 10.

*Apis Derhamella* Kirby, Mon. Ap. Angl. II, 363, 105 ♂.

*Bombus Derhamellus* Illiger, Magazin V, 169, 29.

Dahlbom, Bomb. Sc. 44, 23 ♂ ♀ ♀.

Smith, Bees of Gr. Br. 219, n. 7.

Smith, Bees of Gr. Br. II. Ed. 1876 p. 205 n. 8.

*Apis ruderaria* Müller, Prodr. Zool. D. 165, 1922.

Ueber *Apis Donovanella* Kirby und *Bombus Donovanellus* Westw. vergleiche man bei *B. pratorum*.

Durch seine rothen Körbchenhaare ist das Weibchen schon frühzeitig als besondere Species erkannt und von den übrigen Hummeln mit rothem After abgetrennt worden. Bereits Ray, dem zu Ehren diese Art benannt worden ist, liefert eine genaue Beschreibung. Er sagt: *Superiore (B. lapidarius) duplo minor est et insigni nota ab eo differt, nimirum quod superius internodium crurum posteriorum (quod compressum et latum est) ad margines fimbria pilorum rubentium cingitur, cum in illo pili sive setulae internodium istuc cingentes nigri sunt, reliquae scilicet lanugini concolores*. Ebenso richtig beschreibt er den Nestbau: *Nidificat et mellificat in gramine eodem quo sequens (B. muscorum) modo*. Freilich die rothen Körbchenhaare scheinen später auch Grund zu Verwechslungen gegeben zu haben, da *B. pomorum* Pz. ♀ nicht selten solche zeigt.

Schwieriger war es das dazu gehörige ♂ aufzufinden. Es trat eine Erscheinung ein, ähnlich wie bei *B. Latreillellus*, indem das ♂ gesondert als *Derhamellus* beschrieben wurde, was in seiner abweichenden Färbung lag. Als ♂ zu *Rajellus* wurden dann blos die entsprechend gefärbten Exemplare gerechnet, oder es fungirte gar der *B. confusus* Schenck ♂ als solches, wahrscheinlich wegen seiner rothen Körbchenhaare, in welchen Irrthum ja Schenck selbst anfangs verfallen ist (Nass. Jahrb. IX, 89). Aber auch umgekehrt wurden für den *B. Derhamellus* ♂ die ♀ gesucht. So führt z. B. Dahlbom alle 3 Formen an. Ob diese hierher gezogenen ♀ wirklich *Rajellus* waren, ist mir sehr zweifelhaft, da mir derartige so ausgeprägt helle Färbungen nie vorgekommen sind. Es scheint eher, als wenn ♀ von *pomorum* hierher gerechnet worden seien, was bei ihrer entsprechenden Thoraxfärbung leicht möglich war. — Erst Drewsen & Schiödte vereinigten *Rajellus* mit *Derhamellus*.

## ♀

Zu den kleineren Arten gehörig, meist 18—20 mm lang und 30—34 mm breit. Kopf etwas verlängert. Schaft 2,5 mm. Geißel

4<sup>mm</sup>. 3 Glied so lang als 4 und 5 zusammen. Hinterferse etwas kürzer als die halbe Schiene, oben bogenförmig nach hinten verschmälert, aber am Ende wieder eckig nach oben vorgezogen. Letztes Bauchsegment gekielt. Schwarz, Segment 4—6 hell braunroth. Ausgezeichnet durch die rothen Körbchenhaare. Täuschend ähnlich dem *B. soroënsis* Var. *Proteus*, durch die Farbe der Körbchen jedoch auf den ersten Blick zu unterscheiden.

Varietäten: Thorax vorn und hinten mit eingemengten graubraunen Haaren. 2. Segment mit ebensolcher undeutlichen Binde. Entspricht also ungefähr der Färbung des ♂.



Ziemlich gross, 14—17<sup>mm</sup> lang. In der Färbung mit dem ♀ übereinstimmend, selten mit der helleren Färbung. Sehr ähnlich den ♀ von *B. lapidarius* und *soroënsis* Var. *Proteus*, durch die rothen Körbchenhaare jedoch leicht zu unterscheiden.



Aehnlich den ♂ von *B. pratorum*, Varietäten von *soroënsis*, noch mehr aber von *Psithyrus rupestris*.

Länge 15—18<sup>mm</sup>. Breite ungefähr 30<sup>mm</sup>. Schaft 2<sup>mm</sup>. Geißel 7<sup>mm</sup>. Geißelglieder unten ziemlich stark gebogen. Hinterferse oben bogenförmig, wenigstens bei meinen Exemplaren. (Herr Professor Schenck sagt dem entgegen: Hinterferse ohngefähr von gleicher Breite, nur an der Basis verschmälert, der obere Rand gerade. Nach ihm ein Unterschied von *soroënsis* und *pratorum* ♂. Derselbe ist mithin wenigstens nicht stichhaltig.) Meine Exemplare zeigen fast sämmtlich die von Smith angegebene Normalfärbung. Kopf mattschwarz mit eingemengten graugelben Haaren, wie staubig aussehend. Thorax ebenfalls unrein schwarz, Prothorax und Schildchen schmutzig graugelb. Die helle Färbung des Prothorax sich auf die Seiten herabziehend. Segment 1 des Hinterleibs blassgelb, Segment 2 dunkeler gelb, Segment 3 schwarz. 2 und 3 am Ende mit graulicher Binde. Die übrigen Segmente und die Körbchenhaare hell rothgelb.

Merkliche Varietäten sind mir hier noch nicht vorgekommen. Nach Smith ändert Thorax und Abdomen ganz gelb ab. Schenck erwähnt eine Varietät mit schwarzen Körbchenhaaren, eine jedenfalls auffallende Erscheinung. Eine Varietät mit schwarzer Färbung und nur zerstreuten blassen Haaren, die also der Normalfärbung des ♀ entspricht, haben Kirby, Illiger und Dahl-

bom als *B. Rajellus* ♂ beschrieben. Ob freilich die betreffenden ♂ wirklich zu *Rajellus* gehören, ist, wie oben bemerkt, keineswegs erwiesen. Nach Schenck (Nass. Jahrb. XIV p. 153) soll das ♂ sehr selten ohne Binden vorkommen. Ich kenne diese Färbung nicht.

Genitalien: Klappen kürzer als die Zangen, am Ende schwach erweitert und mit einem Zähnchen, von oben gesehen stark S förmig gekrümmt. Oberes Endglied nach innen mit langem, schmalen Zahn, nach vorn abgerundet. An der Basis des langen, schmalen Zahnes noch ein kleinerer dreieckiger Zahn. Unteres Endglied nach innen erweitert und rund ausgerandet, wodurch 2 zusammenneigende Zähne entstehen, der obere spitzer als der untere. Das untere Endglied spitz auslaufend, doch nicht in eine so lineare Spitze wie bei *agrorum*, von der Seite gesehen als breiter, spitzer Zahn erscheinend.

*Bombus Rajellus* baut sein Nest über der Erde in eine Vertiefung, die mit Gras und Moos bedeckt ist. Es ist sehr schwach bevölkert. Die Verbreitung scheint sehr ungleich zu sein. Häufig ist diese Art nach Smith in Nordengland, nach Schenck in Nassau, nicht selten nach Thomson im mittleren und südlichen Schweden. Dagegen ist sie in Dänemark selten. Dasselbe gilt für Thüringen, besonders habe ich die ♂ nur einzeln angetroffen. Bei Gotha soll sie nach Herrn Forstrath Kellner zahlreicher vorkommen. Weibchen und Arbeiter, besonders die letzteren, sind sehr lebhaft. Die ♀ erscheinen mit *soroënsis* Ende Mai und sind am zahlreichsten Anfang Juni zu finden. Sie besuchen mit Vorliebe Klee und Wiesensalbei. Die ♀ fliegen von Juli auf Klee und kennzeichnen sich durch ihr unruhiges Wesen vor den ähnlich gefärbten Arten. Die ♂ erscheinen früh, oft schon Anfang Juli und besuchen dieselben Blüten. Letztes Jahr traf ich sie regelmässig an blühender *Anchusa officinalis*. Die jungen ♀ sind im September sehr selten auf Kleeäckern zu finden.

### 15. *Bombus sylvarum* L.

? *Bombylius minor*, lanugine albicante vestitus, cauda rufescente.  
Ray, Hist. Ins. 247, n. 9.

*Apis sylvarum* Linné, Syst. Nat. I, 960, 45 ♀ Fn. Suec. 425, 1713.

Scop. Ent. Carn. no. 822.

- ? *Fabr. Syst. Ent.* 381, 15. *Ent. Syst. II*, 321, 27.  
*Huber, Observ. p.* 227 tab. 25 f. 13—18.  
*Schranck, Ins. Austr. n.* 807.  
*Rossi, Faun. Etrusc. II*, 906.  
*Kirby, Mon. Ap. Angl. II*, 326, n. 82 tab. 17 fig. 15 u. 16.  
*Bombus sylvarum* *Fabricius, Syst. Piez.* 348, 27. (?) *Illiger* hält ihn für den *B. Burrellanus*.  
*Latr. Hist. Nat. XIV*, 65, 8.  
*Illiger, Magazin V*, 164, 9.  
*Dahlbom, Bomb. Scand.* 44, 24 fig. 13—15.  
*Seidl, Hummeln Böhmens p.* 67 n. 5.  
*St. Farg. Hym. I*, 463, 8.  
*Drewsen und Schiödte* 109, n. 4.  
*Nylander, Ap. Bor.* 236, 22.  
*Smith, Zool. II*, 546, 4. *Bees of Gr. Br.* 217, n. 5.  
*Schenck, Nass. Jahrb. VII*, 17 n. 19. *IX*, 93, n. 19. *XIV*, 158 n. 13. *Berl. Ent. Z.* 1873 p. 248. *Deutsche Ent. Z.* 1875 p. 328 (Unterschied v. *B. arenicola* *Thoms.*)  
*Thomson, Opusc.* 250, 15. *Hym. Sc.* 30, n. 8.  
*Smith, Bees of Gr. Br. II. Ed.* 1876 p. 203 n. 6.  
? *Bremus sylvarum* *Panzer, Fn. Germ.* 85, 19. *Illiger* hält ihn wie den *B. sylvarum* *F.* für *B. Burrellanus*.  
? *Bremus regelationis* *Panzer*, 86, 17.  
? *Bombus veteranus* *Fabr. Syst. Piez.* 352, 52 ♂. } Können auch zu  
? *Bombus autumnalis* *Dahlb. Bomb. Sc.* 45, 25. } *B. arenicola*  
} *Thomson* gehören.  
*Apis scylla*, *Christ., Hym.* 129 tab. 8 fig. 1.

*Radoszkofsky* (*Horae Societatis Ent. Ross. V*, *Notes sur quelques Hyménoptères de la tribu des Apides*) zieht sogar den *Bombus fragrans* *Pallas* (siehe bei *B. elegans* *Seidl*) ebenso den *B. flavidus* *Evers.* als Varitäten zu *B. sylvarum* *L.*



18—20<sup>mm</sup> lang, 30—35<sup>mm</sup> breit. Schaft 2,5<sup>mm</sup>. Geißel 4<sup>mm</sup>. Flügel am Aussenrande merklich getrübt. Kopf ziemlich verlängert, Clypeus nackt, glänzend, in der Mitte spärlich punktirt. Kopf blassgelb behaart, am Scheitel mit eingemengten schwarzen Haaren. Thorax, Segment 1—3, Unterseite, Schenkel und Körbchenhaare blass graugelb. Thorax mitten mit nicht scharf abgegrenzter schwarzer Querbinde. Segment 2 und 3 ebenfalls mit



schwarzen Querbinden, die von Segment 2 meist ziemlich undeutlich, indem auch der Vorderrand graugelb gefärbt ist. Endsegmente rothgelb mit blassgelben Querbinden.

*Bombus sylvarum* variirt sehr wenig. Desshalb sagt Smith: There is no species more constant in its colouring than this beautiful bee. Schwankend ist die Breite der schwarzen Hinterleibsbinden; noch häufiger entstehen Varietäten dadurch, dass die gelblichen Querbinden der rothen Endsegmente weiss werden und zuweilen die rothe Farbe fast ganz verdrängen. Solche Exemplare sind nicht mit *Bombus arenicola* Thomson zu verwechseln. Ich nenne diese Varietät *Bombus sylvarum* var. *albicauda*. Ich halte es für sehr gewagt, wenn Radoszkoffsky den durch seine Grösse ausgezeichneten *B. fragrans* Pallas als Varietät des *sylvarum* ansieht.



14—16<sup>mm</sup> lang, aber nicht selten auch weit kleiner. In der Färbung ganz mit dem ♀ übereinstimmend und ebenso variabel in der Breite der schwarzen Binden.



15—18<sup>mm</sup> lang, Fühlergeißel 6<sup>mm</sup> lang, die Glieder schwach gekrümmt. Glied 3 und 4 von gleicher Länge.

Färbung wie bei ♀ und ♂. Segment 2 jedoch meist ganz gelb, sodass der Hinterleib nur eine schmale schwarze Binde zeigt. Selten das zweite Segment an den Seiten, noch seltener mit schwarzer Querbinde. Die gelblichen Binden der rothen Aftersegmente deutlicher als bei ♀ und ♂.

Genitalien: Aehnlich denen des *B. Rajellus*. Klappen wie bei diesem nach innen gebogen, am Ende hakenförmig erweitert, etwas länger als der Stiel. Oberes Endglied an der Basis nach innen mit langem, schmalen Zahn. Kurz vor dem Ende desselben zweigt sich nach unten ein etwas häutiger Zahn ab. (In der Abbildung könnte dieser Zahn als zum unteren Endglied gehörig betrachtet werden, was der Fall nicht ist.) Oberes Endglied viel tiefer ausgeschnitten als bei *Rajellus*, das vordere Ende viel spitzer und schmaler. Unterstes Endglied am Ende allmählig zugespitzt, nicht in eine lineare Spitze auslaufend wie bei *agrorum*, nach innen ausgerandet; in dieser Ausrandung ein am Ende breiter werdender und abgestutzter Zahn.

*Bombus sylvarum* ist, wie es scheint, überall nicht selten. In Thüringen gehört er mit zu den häufigsten Arten. Eigenthümlich ist das helle Summen dieser Hummel, namentlich der Arbeiter. Die Weibchen erscheinen zahlreich Anfang Mai, doch besitze ich auch ein Exemplar vom 10. April. Das Nest legen sie über der Erde an, am liebsten, wie ihr Name schon andeutet, in lichten Waldungen. Interessante Fälle ihres Nestbaues sind im allgemeinen Theil erwähnt. Die ♂ habe ich nie vor Mitte August bemerkt; sie besuchen mit Vorliebe Kleearten, nächst diesen Distelköpfe. Die jungen Weibchen sind im Herbst häufig auf Klee, später fand ich sie an Disteln, bis Mitte October.

### 16. *Bombus arenicola* Thomson.

*Bombus arenicola* Thomson, Hym. Scand. II, 31 n. 9.

*Bombus equestris* Drowsen und Schiödt 110 n. 5 tab. II, fig. c. ♀. Thomson I, c. 251, 16.

*Bombus autumnalis* Dahlbom, Bomb. Scand. 45, n. 25.

*Bombus sylvarum* Morawitz Horae Soc. Ent. Ross. VI, 32, 5.



Grösser als *B. sylvarum* L. 22<sup>mm</sup> lang, 36<sup>mm</sup> breit. Schaft knapp 3<sup>mm</sup>, Geisel 5<sup>mm</sup>. Glied 3 so lang als 4 und 5 zusammen. Flügel zumal am Saume stark gebräunt. Clypeus vorn mehr abgeplattet und weniger punktirt als bei *sylvarum*. Der ganze Körper hell graugelb, an der Unterseite und Basis des Hinterleibs fast weisslich. Thorax zwischen den Flügeln breit schwarz, diese Farbe nicht scharf abgegrenzt indem zahlreiche schwarze Haare in die gelbliche Färbung des Prothorax eingemengt sind. Segment 3—5 an der Basis, zumal an den Seiten mit dünnen Reihen schwarzer Haare. Auch der Scheitel untermischt schwarz.



Vom ♀ blos durch geringere Grösse verschieden.



So gross wie *B. sylvarum* ♂. Glied 3 der Fühlergeisel deutlich länger als 4, während diese beiden Glieder bei *sylvarum* gleich sind. Nach Herrn Professor Schenck (Deutsche Ent. Z. 1875, p. 328) sind die Hinterschienen des *arenicola* ♂ flach, glänzender als bei *sylvarum* ♂ und haben in der Mitte einen Längseindruck,

bei *sylvarum* dagegen etwas gewölbt, ohne diesen Eindruck; die Schiensporen bei *arenicola* braunroth, bei *sylvarum* schwarz. Ich habe diese Kennzeichen keineswegs so ausgeprägt gefunden, dass ich sie als Unterscheidungsmerkmale aufstellen möchte.

Die Färbung schmutzig graugelb wie bei ♀ und ♂. Thorax mit schwarzer Querbinde. Endsegment oben schwarz behaart wie bei *B. variabilis*. Aehnlich gefärbte Exemplare des *B. sylvarum* unterscheiden sich sogleich durch die reinere Färbung, namentlich die weissgelben Thoraxseiten, ferner durch das nicht schwarze Endsegment. Eine Verwechslung könnte auch Statt finden mit abgeflogenen Exemplaren des *B. variabilis* (*B. senilis* F.). Die schwarze Thoraxbinde lässt immer noch den *B. arenicola* erkennen, bei abgeriebenen Exemplaren freilich ist blos durch Prüfung der Genitalien Gewissheit zu erlangen.

Die Genitalien wie bei *B. sylvarum*, die Grube an der Aussenseite des Stieles jedoch viel schwächer als bei letzterem.

*Bombus arenicola* ist wenig verbreitet und selten. Als Fundorte sind bekannt Schweden, Dänemark und Russland. In Deutschland ist er von Schenck in Nassau aufgefunden worden, durch Herrn von Hagens bei Cleve, durch Dr. Beuthin bei Hamburg. Jedenfalls dürfte er noch weiter verbreitet sein. In Thüringen habe ich ihn bis jetzt blos an zwei Stellen entdeckt und zwar bei Stadtilm; wo ich im September 1876 zwei ♀ und mehrere ♂ und ♂ fing, und bei Fischersdorf ohnweit Saalfeld, wo ich am 29. Sept. 1877 ein ♂ antraf. Aus der Nähe brachten mir ihn Zöglinge von Zeitz bei Altenburg mit. Typische Exemplare besitze ich noch von Drewsen, der mir auch mittheilte, dass diese Art ihr Nest auf der Erde anlegt. Ich glaube bestimmt, dass diese Hummel in Thüringen noch weiter aufzufinden sein wird, sie scheint aber nur ganz einzeln vorzukommen.

### 17. *Bombus agrorum* F.

*Apis agrorum* Fabricius, Ent. Syst. II, 321, 29.

Kirby, Mon. Ap. Angl. II, 326, 81 ♂.

*Bombus agrorum* Fabr. Syst. Piez. p. 348, 30.

Dahlbom, Bomb. Scand. 47, 28.

Drewsen und Schiödte 108, 2.

Nylander, Ap. Bor. 228, n. 4.

Schenck, Nass. Jahrb. VII, p. 19. IX p. 93. X p. 139 — 141 (die Varietäten) XIV p. 158 n. 12.

Thomson, Op. 252, 4 Hym. Sc. II, 28, 7. Einige der von Thomson angeführten Varietäten gehören vielleicht zu *variabilis*.

Smith Bees of Gr. Br. II. Ed. 1876 p. 200 n. 2.

*Apis muscorum* Linné Syst. Nat. p. 2782, n. 36. Fn. Suec. 1714 (*hirsuta fulva*, abdomine flavo). Ich besitze von Smith ♂ ♀ und ♂ von genau derselben Färbung wie sie das typische Linné'sche Exemplar zeigt. Es ist eine etwas blasse Färbung des *agrorum* F. Man vergleiche darüber das bei *B. muscorum* F. zu Erwähnende.

*Bombus muscorum* Smith, Zool. II, 545, 2. Bees of Gr. Br. 212, 1. Bees of Gr. Br. II. Ed. p. 199 n. 1. Ich begreife gar nicht, wie Smith in der 2. Auflage *Bombus muscorum* L. und *agrorum* F. trennt, da der erstere mit letzterem identisch ist, wie ich aus den übersandten Exemplaren ersehe, die blos blässer gefärbt sind. Er will einen Unterschied in den männlichen Genitalien gefunden haben.

*Bremus agrorum* Panzer, Fn. Ger. 85, 20 ♀.

*Apis Francillonella* Kirby, Mon. Ap. Angl. 319, 75.

*Apis floralis* Kirby, 321, 76.

*Bombus floralis* Seidl, Hummeln Böhmens p. 66 n. 1.

*Apis Beckwithella* Kirby, 323, 78 ♀. Das ♂ ziehe ich wegen der schwarzbehaarten Hinterleibsspitze zu *variabilis*, ebenso die *Apis Curtisella* Kirby 324, 79 ♂ u. d. *Bombus Curtisellus* Dahlbom 49, 29 ♂.

*Apis Forsterella* Kirby, 325, 80 ♀.

*Bombus mniorum* Fabr. Syst. Piez. 350, 40.

Drewsen und Schiödt 108 n. 3 tab. II fig. a. u. b. Exemplare, die ich von Drewsen erhielt, liessen mir gar keinen Zweifel, dass eine blosse Varietät vorliegt, die, wie mir Drewsen schreibt, in Dänemark die Normalfärbung vertritt, die dort gar nicht vorkommt.

Der *Bombus consobrinus* Dahlbom, Bomb. Scand. 49, 30 ♀, von dem Schenck (Berl. Ent. Z. 1873 p. 248) zu behaupten scheint, dass er eine Varietät des *B. agrorum* F. sei, hat mit letzterem gar nichts zu thun. Ich besitze Exemplare von Radzskoffsky aus Sibirien. Falls hier keine besondere Art vorliegt, so ist derselbe eine Varietät des *B. hypnorum* L., wie die männlichen Genitalien am besten beweisen.

Als Synonyme führt Thomson noch an:

*Bombus arcticus* Dahlbom, Bomb. Sc. 50, 32.

Nylander, Rev. Ap. Bor. 260, 2.

*Bombus apricus* Zett. Ins. Lapp. 475, 12 ♂.



18—22<sup>mm</sup> lang, 30—35<sup>mm</sup> breit, Schaft knapp 3<sup>mm</sup>, Geißel 4, 5<sup>mm</sup>. Kopf etwas verlängert. Kopfschild nackt, glänzend, an den Seiten mit schwarzen, oft auch gelben Haaren. Von letzterer Farbe die Haare um die Fühlerbasis und auf dem Scheitel. Körperbehaarung weit länger als bei *muscorum* und *variabilis*, etwa wie bei *pratorum*.

Thorax oben rothgelb, etwas matter als bei *muscorum*, unten, sowie die Schenkel weissgelb behaart. Weissgelb ist ferner die Basis des Hinterleibs, Segment 2 an der Basis fast stets mit citrongelben Haaren. Segment 2 und 3 schwarz, am Ende mit gelben Haaren. Segment 4 und 5 rothgelb, am Endrande mit blassen Haaren. Segment 6 fast kahl. Bauchsegmente weissgelb gefranst. Körbchenhaare schwarz, an der Spitze oft weissgelb, seltener ganz so. Tarsen nach dem Ende zu gelbbraun behaart. Das Variiren besteht darin, das die dunklen Binden des Hinterleibs nach und nach verschwinden. Andeutungen sind jedoch stets noch vorhanden. Auch die rothgelbe Farbe der Endsegmente verblasst dann bis auf eine geringe Spur. Gewöhnlich zeigt dann auch der Thorax ein schmutzigeres und helleres Gelb. Solche Färbungen entsprechen dem *Bombus muscorum* Linné. Im Norden dagegen tritt gerade das Umgekehrte ein. Der Thorax wird oben schwarzbraun, ebenso der Hinterleib, mit eingemengten blassen Haaren, die Basis des letzteren weissgrau, das Ende röthlich. Es ist dies der *Bombus mniorum* F. Diese schöne Varietät habe ich in Thüringen noch nicht bemerkt, hoffe aber, sie noch aufzufinden, da sie nach Schenck in Nassau vorkommt. Bis jetzt konnte ich nur Exemplare entdecken, bei denen der Thorax einige schwarzbraune Haare zeigte.



12—15<sup>mm</sup> lang, zuweilen noch weit kleiner. Färbung wie beim ♀.



15—18<sup>mm</sup>. Fühler verlängert wie bei *muscorum* und varia-

bilis. Geiseliglieder unten stark gebogen, fast wie gesägt. Färbung der des ♀ entsprechend. Hinterleib stets mit schwarzen Binden, die bei manchen Exemplaren jedoch sehr verdrängt sind, wesshalb sich diese Färbungen des *muscorum* und *variabilis* sehr nähern, wo dann die Genitalien das beste Unterscheidungsmittel abgeben. Immerhin lassen die nie ganz fehlenden schwarzen Haare auf der Hinterleibsmittle noch ziemlich sicher den *Bombus agrorum* erkennen. Auch zeigt die Hinterleibsspitze fast stets noch eine Spur von Rothgelb. Umgekehrt nehmen die schwarzen Binden oft den ganzen Hinterleib ein, sind aber stets von blassen Querbinden getheilt. Der Thorax zeigt bei allen von mir in Thüringen gefangenen Exemplaren eine rothgelbe Färbung, während bei der Varietät *mniorum* die Scheibe schwarzbraun ist.

Genitalien: Klappen am Ende nicht erweitert, bis zur Mitte des oberen Endgliedes reichend. Letzteres weit vorragend, von oben gesehen schwach nierenförmig erscheinend, an der Basis nach innen mit linearem, spitzen, etwas nach unten gerichteten Zahn. Das untere Endglied nur mit seiner langen, fast linearen und gekrümmten Spitze vorragend, nach innen ein kürzerer, zweispitzer Zahn, der vom oberen Endglied verdeckt wird. Zwischen beiden Enden eine halbkreisförmige Ausrandung.

*Bombus agrorum* F. ist überall eine häufige Art. Dasselbe gilt für Thüringen, doch scheint er höher gelegene Lokalitäten minder zahlreich zu bewohnen. Die Weibchen erscheinen im Frühling in grosser Menge, meist Ende April und fliegen mit Vorliebe an den Blüthen von *Lamium*; besonders *Lamium maculatum* wird von ihnen fast nicht leer. Das Nest bauen sie aus Moos über der Erde. Die Arbeiter fliegen auf allerlei Blumen im Sommer. Die Männchen, die vom Juli bis October hier in grosser Anzahl zu finden sind, sind von allen Hummelmännchen die, welche die verschiedenartigsten Blumen aufsuchen. So habe ich sie sehr häufig in Gärten gefunden, namentlich auf *Scabiosen*. Mit Vorliebe besuchen jedoch auch sie Klee, schon weniger Disteln.

---

### 18. *Bombus muscorum* F.

Der *Bombus muscorum* F. ist nach meinem Gutachten bis jetzt von keinem Apidologen gehörig begrenzt worden. Die älteren von diesen wiederholen einfach die Linné'sche Diagnose: *hirsuta*, *fulva*, *abdomine flavo*. Die neueren z. B. Schenck führen

diese Färbung als Normalfarbe an und zugleich eine grosse Menge Varietäten, die früher theilweis als besondere Arten aufgestellt wurden z. B. *Curtisellus*, *autumnalis*, *pygmaeus* und *senilis*, von denen viele eine Sichtung von *B. agrorum* F. schwierig machen. Eine Meinungsverschiedenheit entstand als Smith bei einer Vergleichung des typischen Exemplars in dem Cabinet der Linné'schen Gesellschaft fand, dass die *Apis muscorum* L. gleich sei mit der *Apis agrorum* F. Nach dem Recht der Priorität adoptirte er also den alten Namen *B. muscorum* L. für *B. agrorum* F. und nannte den *B. muscorum* F., den Linné noch gar nicht kennt, oder vielmehr nicht abtrennt, mit dem ebenfalls von Fabricius herrührenden Namen *Bombus senilis*. Er unterschied also *B. muscorum* L. (= *agrorum* F.) und *B. senilis* F. — Smith that damit keinen glücklichen Griff. Abgesehen davon, dass dadurch Confusion in die Sache gebracht wurde, passte auch der *Bombus senilis* gar nicht zu der nunmehrigen Diagnose. Während Fabricius von seinem *senilis*, der, wie das typische Exemplar (cf. Kirby II, p. 319) zeigt, blos ein abgeflogenes Exemplar des *muscorum* oder einer verwandten Art ist, folgende Diagnose gibt: *hirsutus cinereus*, was ja der Trivialname *senilis* ausdrücken soll, beschrieb Smith darunter die prächtige, rothgelbe Normalfärbung des *B. muscorum* der Autoren und sah sich deshalb gezwungen ein Fragezeichen hinter den citirten *B. senilis* F. zu machen. Später sah Smith selbst die Unbrauchbarkeit dieses Namens ein und hat dafür in der 2. Auflage seiner „*Bees of Great Britain*“ den Namen *Bombus venustus* Smith eingeführt, der aber auch nicht zu lassen ist, da er meinen *Bombus variabilis* mit enthält, worüber man bei letzterem vergleiche.

Ich bin ganz entschieden der Meinung, den *B. muscorum* Linné's ganz bei Seite zu lassen und dafür die Namen des Fabricius festzuhalten, da er der erste ist, der *B. agrorum* und *muscorum* unterschieden hat, während Linné noch die beiden Arten vermengt, da doch der *muscorum* F. nach Dahlbom in Schweden und Norwegen häufig ist.

*Bombus muscorum* F. nun wurde bis jetzt als einer der variabelsten Hummelarten aufgefasst und bis vor Kurzem war auch ich dieser Meinung. Am 22. August vergangenen Jahres jedoch fing ich auf einem Kleefeld ein genau der Normalfärbung entsprechendes ♂, das von hellen Varietäten des *B. agrorum* F. ♂ äusserlich schwer zu unterscheiden ist. Da ich bei jedem ♂ stets die Genitalien untersuche, so war ich erstaunt, hier eine Bildung vor-



zufinden, die ich noch nie beobachtet hatte. Das stumpfe untere Endglied der Zangen liess keine Verwechslung weder mit *agrorum* noch dem bisherigen *muscorum* zu. Da nach allen meinen Beobachtungen die Genitalien nur sehr selten und dann fast unmerklich variiren, da nach Schenck die ♂ der verschiedensten Färbungen des *muscorum* den nämlichen Bau der Genitalien zeigen, so kam ich schon damals auf den Gedanken, dass die bisher beschriebene schöngelbe Normalfärbung des *B. muscorum* F. eine Species für sich sei. Meine Aufmerksamkeit wandte sich natürlich speciell ihr zu. Ich fing einzelne ♀, auch einige ♂, die auf den ersten Blick dafür erscheinen. Den ♂ erwiesen sich jedoch als *B. agrorum* F., die schwarzen Binden des Hinterleibs waren blos rudimentär.

Gegen Ende September entdeckte ich zu meiner Freude bei Stadtilm (einige Stunden von Erfurt) einen neuen Flugort des *B. muscorum* F., wo *agrorum* fast gar nicht zu finden war. Es war ein grosses Feld mit *Trifolium pratense*. Am 24. September glückte es mir ein ♂ zu fangen, das ich fofort als hierher gehörend erkannte, die schöngelbe Färbung war nur etwas abgeblasst. Zu Hause ergab sich sofort derselbe Bau der Genitalien und nun hatte ich fast Gewissheit eine ächte Species vor mir zu haben. — Jetzt, nachdem ich auch im letzten Jahre, den *Bombus muscorum* weiter beobachten konnte und namentlich eine neue Anzahl Männchen gefangen habe, ist mir jede Spur von Zweifel am Artrecht verschwunden. Exemplare dieser Hummel, die ich von Hrn. von Radoszkoffsky aus Sibirien als *Bombus muscorum* F. erhielt, stimmen ganz genau mit meinen Exemplaren, namentlich zeigen die ♂ denselben charakteristischen Bau der Genitalien. — Es ist wohl bestimmt anzunehmen, dass solche ♂ schon an vielen Orten gefangen worden sind, bei der ewigen Berücksichtigung der Färbung jedoch sind sie nicht erkannt worden und dies darf nicht Wunder nehmen, da sie täuschend ähnlich sind Färbungen des *agrorum* F. und den bisher mit *muscorum* F. zusammengeworfenen Varietäten des *B. variabilis*. Herr Dr. Kriechbaumer, mit dem ich darüber conferirte, theilte mir mit, dass auch er bereits zwei verschiedene Formen des *B. muscorum* F. unterschieden und für die eine einstweilen den von Seidl entlehnten Namen *B. tristis* gebraucht habe.

Es gehört hierher also die von den Autoren bisher angenommene Normalfärbung des *B. muscorum* F.; die ♂, wie gesagt, mögen häufig mit denen von *agrorum* und *variabilis* verwechselt

worden sein. So gehört z. B. das von Kirby hierher gezogene ♂ wegen der Angabe „ani extremitate nigro-villosa“ jedenfalls nicht hierher da bei meinen Exemplaren die Spitze des Hinterleibs entweder gar keine oder kaum merkliche Spur schwarzer Haare zeigt. Regelmässig treten dagegen solche bei den ♂ der nächsten Species auf. Das ♂ des muscorum aus Sibirien zeigt auf dem Endsegment ebenfalls bloß eine Spur schwarzer Haare.

? *Bombylius medius*, dorso longis et densis pilis rufis vestito, mellificus vulgatissimus, in gramine nidum construens.

Ray, Hist. Ins. p. 246 n. 3.

*Apis muscorum* Linné, Syst. Nat. II 960, 46. Fn. Suec. 1714 (Zum Theil, da *B. agrorum* F. mit darin enthalten ist.) Illiger, Mag. V p. 163 hält das in der Linné'schen Sammlung befindliche Exemplar, Smith's Meinung entgegen, gleich dem *B. muscorum* F., ebenso stellt Thomson die *Apis muscorum* L. als synonym zu *B. muscorum* F. Smith sandte mir von *B. muscorum* L. ♀ ♀ und ♂, die nach seiner Versicherung ganz mit den Linné'schen Typen übereinstimmen. Sie gehören sämmtlich zu *B. agrorum* F.

*Apis muscorum* Fabr. Syst. Ent. p. 381. 17.

Schrank, Ins. Austr. 801.

Rossi, Fn. Et. II, 100, 904.

Christ, Hym. 130 tab. 8 fig. 3 ♀, tab. II, f. 8 ♀.

Müller, Zool. Dan. n. 1924. Fn. Frid. n. 652.

Reaum. tom. 6. Mem. 1, p. 32 tab. 2 fig. 1—3.

Frisch, Ins. 9 tab. 26 fig. 8.

Kirby, Mon. Ap. Angl. II, 317, 74 ♀ ♀.

*Bombus muscorum* Fabr. Syst. Piez. 349, 32.

Illiger, Mag. V, 163 n. 1.

Walck. Fn. Par. II, 148, 12.

Dahlb. Bomb. Sc. 46, n. 27. fig. 17 ♀. (Nicht gut colorirt.)

Seidl, Hummeln Böhmens p. 66, n. 2.

Drewsen und Schiödte 107 n. 1.

Nylander, Ap. Bor. 227, 1.

Schenck, Nass. Jahrb. VII, p. 16 n. 15 (mit Ausnahme der Varietäten) XIV, 156, 11 (bloß die Normalfärbung, ohne dunkle Binden. Die ♂ gehören sämmtlich zu *variabilis*).

Thomson, Hym. Sc. II, 28 ♀ ♀.

*Bombus senilis* Smith, Bees of Gr. Br. 214, 2.

*Bremus muscorum* Jurine, Hym. 261.

*Bombus cognatus* Steph. Brit. Ent. Supp. VII, 17 tab. 43 fig. 3 ♀.

? *Bombus pygmaeus* Fabr. Syst. Piez. 353, 54.

Die Diagnose lautet: thorace fulvo, abdomine albo. Drevsen und Schiödt ebenso Nylander halten ihn für eine Varietät des ♀. Thomson dagegen stellt ihn zu *B. pratorum* L., worauf freilich die Diagnose gar nicht passt.

*Bombus venustus* Smith, Bees of Gr. Br. II. Ed. 1876.

Derselbe enthält auch Färbungen des *B. variabilis*, die Exemplare wenigstens, die ich von Smith selbst als *B. venustus* erhielt, entsprachen keineswegs in der Färbung der Beschreibung, sondern gehören vielmehr, wie namentlich das ♂ beweist, zu *B. variabilis*.



Gestalt der folgenden Art; aber stets etwas grösser, 20—22 mm lang, 32—36 mm breit. Schon Herr Professor Schenck betont, dass die ♀ der Normalfärbung (*Bombus muscorum*) merklich grösser seien, als die der übrigen Varietäten. (*B. variabilis*). Der ganze Körper schön okergelb behaart. Scheibe des Thorax prächtig rothgelb, Hinterleib oben ebenfalls dunkler gelb. Körbchen blassgelb mit eingemengten kurzen schwarzen Haaren. Flügelschüppchen dunkel rostroth. Clypeus nackt, in der Mitte fein gerunzelt mit wenigen seichten Punkten, an den Seiten mit einzelnen grösseren. Endsegment oben mit kurzen schwarzen Haaren.



Ganz wie das ♀ gefärbt. Grösse sehr schwankend. Nicht selten Weibchen des *Bombus variabilis* nahe oder gleich kommend.



Von Grösse des ♀. Färbung wie bei ♀ und ♀. Endsegment aber oben ohne schwarze Haare oder ganz schwach angedeutet. Varietäten des *variabilis* und *agrorum* ♂ sind sehr schwer davon zu unterscheiden, bei einiger Uebung erkennt man sie aber auf den ersten Blick. Die Genitalien bleiben das sicherste Unterscheidungsmerkmal. Fühler verlängert wie bei *agrorum* und *variabilis*, an der Unterseite stärker gebogen als bei dem letzteren.

Genitalien: Klappen an der Spitze dreieckig erweitert, in der Mitte ohne Zahn nach unten, nur etwas erweitert, viel kürzer

als die Zangen. Oberes Endglied weit über den Stiel hervorragend, von Gestalt eines Rechteckes, an der Basis nach innen mit einem zweispitzen Zahn, die vordere Spitze linear und spitz, die hintere weit kürzer, ebenfalls spitz. Unteres Endglied ziemlich vorragend, die Innenseite bis herab zum Zahn des oberen Endgliedes sichtbar (bei *agrorum* die Innenseite fast ganz vom oberen Endgliede zugedeckt). Das Ende breit, fast stumpf (Hauptunterschied von den verwandten *agrorum* und *variabilis*, bei denen das untere Endglied scharf zugespitzt ist). Die Innenseite des unteren Endgliedes mit spitzem Zahn, der genau unter der vorderen Ecke des oberen Endgliedes steht. Die ganze Innenseite der Zangen, namentlich des unteren Endgliedes ist dicht behaart, wie gewimpert.

*Bombus muscorum* F. ist weitverbreitet, aber nirgends gerade häufig. In Thüringen ist diese prächtige Hummel fast selten, nirgends habe ich sie in grösserer Anzahl getroffen. Sie erscheint sehr spärlich mit *variabilis* im Mai, meist erst gegen das Ende dieses Monats und fliegt auf Klee, Günsel und anderen Wiesenblumen. Ein fast tadelloses Weibchen traf ich dieses Jahr noch am 13. Juli. Das Nest habe ich noch nicht finden können. Mir ist aufgefallen, dass viele meiner ♀ und ♂ einen abgeschabten Thoraxrücken zeigen, wie es bei *B. Latreillellus* auch meist der Fall ist. Selbst ♀ aus den letzten Tagen des August, mithin ganz frische Exemplare, die sonst tadellos waren, waren auf dem Thorax bereits abgerieben. Dies würde auf einen unterirdischen Nestbau hindeuten. Spätere Beobachtungen werden darüber entscheiden. Die Arbeiter und Männchen fliegen fast nur auf *Trifolium pratense*, letztere im August und September. Auch die jungen Weibchen habe ich blos auf damit bebauten Aeckern gefunden.

Ich empfehle diese und die folgende Art recht sehr der Beobachtung.

---

### 19. *Bombus variabilis* n. sp.

Hierher gehören alle von den Autoren zu *Bombus muscorum* F. gezogenen Varietäten. Eigenthümlicher Weise scheinen diese verschiedenen Färbungen in manchen Gegenden nicht vorzukommen, die dunklen Varietäten besonders, die ich Smith, Drewsen und Radoszkoffsky sandte, waren diesen Autoren

gar nicht bekannt. Die Angaben der älteren Autoren sind ausserordentlich schwankend und berücksichtigen stets nur die leidige Färbung, sodass gar nicht herauszufinden ist, was zu *B. agrorum* F., zu *muscorum* und *variabilis* gehört. Namentlich Kirby hat uns eine Menge Arten überliefert, die sämmtlich nach englischen Gelehrten und Sammlern benannt sind, von einigen bloß die ♂ oder ♀ bekannt. Die meisten gehören wohl nicht hierher sondern zu *B. agrorum* F., nur die *Apis Sowerbiana* und *Beckwithella* ♂ ziehe ich hierher, da nach Kirby die äusserste Spitze des Hinterleibs schwarz behaart ist, ein sicherer Unterschied der ♂ vorliegender Species von den ♂ von *agrorum*, weniger von *muscorum*. Lepeletier de St. Fargeau führt zahlreiche Abänderungen des *B. muscorum* an; die meisten der mir bekannten Färbungen des *variabilis* führt auch Schenck in seinen verschiedenen Schriften über Bienen an (Nass. Jahrbücher VII p. 17, X p. 92—94, XIV, 156, 11). Auch Thomson scheint einige dieser Varietäten zu kennen, wenigstens kömmt es mir vor, als wenn einige der unter *B. agrorum* aufgeführten Färbungen zu *variabilis* gehörten; immerhin können sie aber auch zum Formenkreis der Varietät *mniorum* gehören, die ja im Norden die Normalfärbung des *B. agrorum* fast verdrängt hat.

Dass das ♂ des *B. muscorum* Thomson der *Bombus variabilis* ♂ ist, erhellt aus der Beschreibung der Genitalien. Auch Radoszkoffsky schrieb mir, dass mein *Bombus variabilis* recht sehr an *B. mniorum* F. erinnere, was beim ersten Anblick ganz richtig ist. Eine Trennung der Weibchen von *muscorum* und *variabilis* lässt sich nur mit Hülfe der dazu gehörigen Männchen unternehmen. Ohne eine Kenntniss der letzteren würde man sonst sehr leicht versucht sein, Färbungen des *variabilis* ♀ zu *muscorum* zu ziehen. Eine Zusammengehörigkeit der verschiedenen Varietäten des *variabilis* ergibt sich aus den allmählichen Uebergängen von der hellen zur dunklen Färbung.

*Bombus muscorum* Schenck Nass. Jahrbücher (mit Ausnahme der Normalfärbung).

*Bombus senilis* Fabr. Syst. Piez. p. 352, 50 (kann ebenso gut eine verwandte Art ausdrücken).

? *Apis curtisella* Kirby, Mon. Ap. Angl. II. 324, 79.

? *Bombus curtisellus* Dahlb. Bomb. Sc. 49, 29.

NB. Scheinen mir eher zu *agrorum* zu gehören.

*Apis Sowerbiana* Kirby, Mon. Ap. Angl. II. 322, 77 ♂.

*Apis Beckwithella* Kirby, 323, 78 ♂.

? *Bombus xanthurus* Illiger, Mag. V, p. 172, 54.

? *Bombus autumnalis* Fabr. Syst. Piez. 352 n. 47. Gehört wohl eher zu *B. sylvarum* L.

*Bombus Helferanus* Seidl, Hummeln Böhmens p. 66 n. 3. Ochroleuco-hirsutus, thoracis disco abdominisque basi obscure fuscis.

*Bombus tristis* Seidl, Hummeln Böhmens p. 69. n. 9.

Nigro-hirsutus, abdomine fuscescente, ano ochroleuco. Mit dem Zusatz: Eine der kleinsten Arten.

NB. Ich halte ihn mit Dr. Kriechbaumer für einen ♂ einer dunklen Färbung meines *variabilis*.

*Bombus Fieberanus* Seidl, pag. 69 n. 10.

Nigro-hirsutus, thoracis disco abdominisque basi atro-castaneis, capite anoque ochraceis.

*Bombus venustus* Smith, Bees of Gr. Brit. II. Ed. 1876, p. 201 n. 3.

Smith beschreibt darunter sowohl *muscorum* als *varibilis*, denn die Exemplare, die ich von ihm als *B. venustus* erhielt, waren *B. variabilis* und zwar zwischen Färbung 3 und 4. Smith beschreibt in der erwähnten Schrift diese Färbung gar nicht, sondern bloß die schöngelbe des *B. muscorum* F.



18—20<sup>mm</sup> lang, 30—35<sup>mm</sup> breit, etwas kleiner als *Bombus muscorum* F. Kopf ziemlich verlängert. Schaft 2,5, Geißel 5<sup>mm</sup> lang, Glied 3 so lang als 4 und 5 zusammen. Letztes Bauchsegment mit deutlichem Längskiel. Flügelschüppchen dunkelbraun, am Rande durchscheinend. Behaarung kurz, abstehend, zumal auf dem vorderen Theil der Segmente. Kopf stets schmutzig gelb behaart. Körbchen stets mit blassen Haaren. Es ist schwierig die ♀ und ♂ von *agrorum* und *muscorum* zu trennen. Der letztere unterscheidet sich sattem durch seine schöngelbe Färbung. Plastische Kennzeichen zur Unterscheidung habe ich bis jetzt nicht auffinden können. Sehr ähnlich in der Färbung sind Varietäten des *variabilis* solchen des *agrorum*, zumal dem Formenkreis des *minorum* den ich in Thüringen jedoch noch nicht aufgefunden habe. Exemplare mit kurzer Behaarung und dunklen fast schwarzbraunen Flügelschüppchen gehören zu *variabilis*, während *agrorum* sich durch weit längere etwas struppige Behaarung und

rostbraune Flügelschüppchen auszeichnet. Als Unterscheidungszeichen kann ferner die Längsfurche dienen, welche das letzte Rückensegment bei *agrorum* wohl stets zeigt, während dieselbe bei *variabilis* gar nicht vorhanden oder nur sehr undeutlich ausgeprägt ist.



In der Grösse sehr veränderlich, 10—16<sup>mm</sup> lang. Die Kennzeichen wie beim ♀, doch die Flügelschüppchen mit breiterem, helleren Saum.



Von Grösse der ♀. Schaft 2<sup>mm</sup>, Geißel von Länge des Thorax, 6<sup>mm</sup>. Die Glieder schwach gebogen, viel unmerklicher als bei *agrorum* F. ♂. Aussenseite der Hinterschienen blos am Ende flach gedrückt, sonst erhaben wie bei *pomorum*. (Ebenso gestaltet sind die Hinterschienen auch bei *muscorum* und *sylvarum*, es ist also weiter kein Gewicht darauf zu legen) Hinterleibsende oben stets mit schwarzen Haaren. Kopfschild dicht schmutzig gelb behaart. Von derselben Farbe die Seiten des Thorax (selten mit eingemengten schwarzen Haaren) die Behaarung der Unterseite und der Beine.

Die ♂ der 3 Arten *muscorum*, *variabilis* und *agrorum* sind am besten durch ihre ganz verschiedenen Genitalien zu unterscheiden. Ich besitze Exemplare von allen Dreien, die sich täuschend ähnlich sehen. Der *Bombus variabilis* kennzeichnet sich sattsam durch die schwarzen Haare auf dem Endsegment, die bei *muscorum* höchstens ganz schwach angedeutet sind; auch der Thorax hat bei hellgefärbten Exemplaren des *variabilis* immer noch einige Spuren schwarzer Haare, *muscorum* dagegen niemals; *agrorum* hat auf der Hinterleibsmittle immer einen Rest der schwarzen Binden, *muscorum* keine Spur davon; *agrorum* ist überdiess durch die fast knotenartigen Fühlerglieder kenntlich.

Genitalien: Klappen knapp so lang als das obere Endglied, an der Spitze dreieckig erweitert. Oberes Endglied an der Basis nach innen mit breitem, spitzen Zahn; am Ende breit abgerundet. Unteres Endglied scharf zugespitzt, doch nicht so linear wie bei *agrorum*. An der Basis nach innen mit zweispitzem Zahn. Das obere Zähnnchen spitz, das untere gerade abgestutzt. Letzteres blos bei Seitenansicht sichtbar. Unteres Endglied in der Ausrandung mit höckerartigen Hervortretungen. Der Basalzahn



des unteren Endgliedes wird grösstentheils vom oberen Endglied verdeckt. — Bei einigen Exemplaren habe ich gefunden, dass der Innenzahn des unteren Endgliedes weiter nach vorn gezogen war.

Die Färbung ist ausserordentlich variabel und es ist geradezu unmöglich zu sagen, welches die Normalfärbung ist und welches die Varietäten sind. Ebenso unmöglich ist es, dieselben alle aufzuführen, da wegen der zahlreichen Uebergänge keine Grenzen zu ziehen sind. Ich begnüge mich desshalb die wichtigsten anzuführen, indem ich von den helleren Exemplaren zu den dunklen fast schwarzen fortschreite.

- 1) Der ganze Körper schmutzig-gelbweiss. Scheibe des Thorax mit eingemengten braunen Haaren. Beim ♂ der Thorax oft blos dunkler gelb. Abgeblichen das ganze Thier schmutzig-weissgrau. Repräsentirt am besten den *Bombus senilis* F.
- 2) Weissgelb, Scheibe des Thorax schwarzbraun, die vorderen Segmente besonders das zweite, oben verdunkelt, meist mit goldgelbem Schein. *var. notomelas Kriechb.*

NB. Das dazu gehörige ♂ hat meist braune Hinterleibsbasis und entspricht dem *B. Helferanus* Seidl, doch besitze ich auch Exemplare mit ganz der des ♀ entsprechender Färbung und ich kann mich desshalb nicht entschliessen, diese Varietät zu *muscorum* F. zu ziehen, wie Herr Dr. Kriechbaumer geneigt ist. Die ♂ haben die Genitalien des *variabilis* und die charakteristischen schwarzen Haare auf dem Endsegment und man müsste somit ♂ und ♀ auf 2 verschiedene Species vertheilen.

- 3) Gelblich-weiss, Thorax oben matt rostroth gefärbt, mit einzelnen schwarzen Haaren. 2. Segment mit bräuner Binde. Die ♀ selten.
- 4) Thorax oben schön gelbbraun, fast fuchsroth. Hinterleib an der Basis chocoladenfarbig, die Endsegmente und die Unterseite blässer. Die ♀ und ♂ selten, die ♀ schmutziger gefärbt.
- 5) Wie voriger, aber weit dunkeler. Farbe des Thorax und Abdomen dunkel rothbraun. Thorax schwarz eingerahmt, ebenso der Hinterleib an der Basis und den Seiten schwarz, gegen das Ende mit gelblichen Haaren. Segment 2 mit schwarzbrauner Binde, von gleicher Farbe die Behaarung der Beine. Bauchsegmente grau gefranst. Die ♂ heller gefärbt.
- 6) Thorax rothbraun, die Farbe ziemlich verdrängt durch zahlreiche eingemengte schwarzbraune Haare. Thoraxseiten grau. Hinterleib abwechselnd mit dunkelbraunen und gelbbraunen,

fast olivenfarbigen Binden. An der Basis herrscht die dunkle Färbung vor, indem besonders das 2. Segment eine breite Binde zeigt, gegen das Hinterleibsende wird die helle Färbung immer ausgedehnter. Die ♂ sehr selten.

- 7) Das ganze Thier dunkel schwarzbraun, fast schwarz, Thoraxseiten mit einem Anflug von Grau. Hinterleibsspitze gelblich, mehr oder weniger ausgedehnt und nicht scharf abgegrenzt. ♀ und besonders ♂ nicht selten. ♂ stets mit hellen Thoraxseiten.  
*var. Fieberanus Seidl.*

*Bombus variabilis* ist jedenfalls weit verbreitet, doch scheint er nicht überall in zahlreichen Varietäten vorzukommen. In Thüringen ist er keineswegs eine Seltenheit. Die ♀ erscheinen um die Mitte Mai und suchen allerlei Blumen auf. Das Nest legen sie über der Erde in einer Vertiefung aus Moos an, sodass der Name *muscorum* eher noch für diese Art passte. Die Arbeiter fliegen mit Vorliebe auf Klee. Die Männchen erscheinen Ende Juli und finden sich besonders auf Klee und Disteln, gehen aber auch an andere Blumen. Die jungen Weibchen sind im Herbst keine Seltenheiten; letzten September fing ich sie sehr zahlreich auf Kleeäckern.

---

## Erklärung der Tafeln X und XI.

Fig. I. Männliche Genitalien von *Bombus terrestris* L.

			b) Klappe von der Seite.
„ II.	„	„	„ <i>Bombus hortorum</i> L. u. <i>rudratus</i> F.
			b) Klappe.
„ III.	„	„	„ <i>Bombus Latreillellus</i> K.
			b) Klappe, 1) Stiel, 2) Oberes Endglied,
			3) Unteres Endglied.
„ IV.	„	„	„ <i>Bombus elegans</i> Seidl.
„ V.	„	„	„ <i>Bombus pomorum</i> Panzer und
			<i>mesomelas</i> Gerst.
„ VI.	„	„	„ <i>Bombus pratorum</i> L.
„ VII.	„	„	„ <i>Bombus soroënsis</i> F.
			b) Klappe.
„ VIII.	„	„	„ <i>Bombus mastrucatus</i> Gerst.
„ IX.	„	„	„ <i>Bombus confusus</i> Schenck.
„ X.	„	„	„ <i>Bombus lapidarius</i> L.
„ XI.	„	„	„ <i>Bombus Rajellus</i> K.
„ XII.	„	„	„ <i>Bombus sylvarum</i> L. und <i>arenicola</i>
			Thomson.
„ XIII.	„	„	„ <i>Bombus agrorum</i> F.
			c) Unteres Endglied.
„ XIV.	„	„	„ <i>Bombus muscorum</i> F.
„ XV.	„	„	„ <i>Bombus variabilis</i> n. sp.
			c) Unteres Endglied schief von innen.

# Untersuchungen

zur vergleichenden Anatomie

der

## Kiemen- und Kiefermusculatur der Fische.

Von  
**Dr. B. Vetter.**

*II. Theil.*

Hiezu Tafeln XII bis XIV.

---

Dem ersten Theil dieser Untersuchungen, der die Selachier zum Gegenstand hatte (s. diese Zeitschr. Bd. VIII), folgt hier nach längerer Unterbrechung der zweite, in welchem Chimaera, Acipenser und die (l. c. in der Einleitung aufgezählten) Knochenfische zur Behandlung kommen. In jedem der drei Abschnitte suchte ich die Beschreibung möglichst von der Vergleichung getrennt zu halten, welche sich jeweils auf die vorher besprochenen Formen, vor Allem aber natürlich auf die Selachier zurückbezieht. Für Chimaera und Acipenser machten sich ausserdem einige Vorbemerkungen nöthig über das Kopfskelet, speciell über die davon existirenden Abbildungen und Beschreibungen, die namentlich von Chimaera sehr ungenügend und einander widersprechend sind. Die Arbeit von A. A. W. Hubrecht: „Notiz über einige Untersuchungen am Kopfskelet der Holocephalen“ (Morphol. Jahrbuch, Bd. III, Heft 2, 1877) ist mir leider bisher nur dem Titel nach bekannt geworden.

Was nun die Muskeln selbst betrifft, so erschien es für die Beschreibung bequemer und angemessener, die Benennung nach den einfachsten und nächstliegenden Relationen, also nach Lage, Gestalt, Function, nur selten aber nach Ursprung und Insertion zu wählen und nach denselben Gesichtspunkten auch die Gruppen zu bilden und ihre Reihenfolge zu bestimmen. Wollte man jedem

einzelnen Muskel gleich den Namen geben, der ihm als Abkömmling eines bei niederen Formen in weniger differencirtem Zustand gefundenen Gebildes zukäme, so würde damit einmal der Vergleich vorgegriffen und zweitens müsste dann doch auch die Reihenfolge der Muskeln in der Beschreibung auf dasselbe Princip gegründet sein, was wieder für die Darstellung mancherlei Unbequemlichkeiten mit sich bringen würde. Die Muskeln aber anderseits consequent nur nach Ursprung und Insertion zu benennen hat den Nachtheil, dass viele Muskeln, die der erste Blick als Homologa erkennt und deren verwandtschaftliche Beziehungen sich durch eine gleichgültige Benennung recht wohl zum Ausdruck bringen liessen, nach dieser Methode mit ganz verschiedenen Namen zu belegen wären, da eben fast Nichts in der Musculatur des Visceralskelets so sehr dem Wechsel unterliegt wie gerade diese Verhältnisse.

---

## A. *Chimaera monstrosa*.

### Einleitende Bemerkungen über das Kopfskelet von *Chimaera*.

Der für die Beurtheilung der Kiemen- und Kiefermusculatur von *Chimaera* wichtigste Punkt ist die Verschmelzung des Palatoquadratknorpels mit dem Schädel, wodurch der Unterkiefer in directe Gelenkverbindung mit diesem tritt. Dafür haben sich in der Umgebung des Mundes zahlreiche kleine Knorpelstücke gesondert erhalten, von denen die drei hintersten Paare wohl unbedenklich als Homologa der Lippenknorpel der Selachier angesehen werden dürfen, während die vordern aus den Nasenknorpeln dieser Formen hervorgegangen sein werden. Das hiernach als Praemaxillarknorpel (Taf. XII, Fig. 1,  $L_1$ ) zu bezeichnende Stück sitzt mit seinem dickeren Ende dem Gaumenfortsatz des Schädels, vor der Mundspalte, lateral von dem ähnlich gestalteten, aber längeren Nasenflügelknorpel, ( $Nfk$ ) beweglich auf, während sein zugespitztes Ende nach oben und vorn sieht; nach hinten schliesst sich diesem das kürzere, quer über die Mundspalte weg ziehende zweite Stück, der Maxillarknorpel ( $L_2$ ) an; und der Mandibularknorpel ( $L_3$ ) erstreckt sich, mit dem vorigen beinah unter rechtem Winkel zusammenstossend, nach hinten und unten bis ungefähr gegen die Mitte der Unterkieferhälfte, entsendet aber vorher einen stumpfen Fortsatz nach unten, vorn und innen.

Mit dieser Beschreibung der Labialknorpel von *Chimaera monstrosa* stimmt in den wesentlichsten Zügen wenigstens die Abbildung derselben Theile überein, die Stannius in „Das peripherische Nervensystem der Fische, anatomisch und physiologisch untersucht“; mit 5 Taf. Rostock 1849. 4<sup>o</sup> — auf Taf. I von *Callorhynchus antarcticus* gibt; nur tritt die Gestalt der einzelnen Stücke dort nicht sehr deutlich hervor<sup>1)</sup>. Gänzlich unver-

<sup>1)</sup> Im Texte nennt er dieselben bald „Lippenknorpel“ (p. 46), bald „accessorische Knorpel des Unterkiefers“ (p. 65).

einbar mit Stannius' Abbildung ist dann aber die Darstellung dieser Skeletstücke von demselben Thier bei Joh. Müller, „Vergleichende Anatomie der Myxinoiden“, I. Th. (Abh. d. Berliner Akad. vom J. 1834), sowohl die bildliche auf Taf. V, Fig. 2, als die im Texte S. 201, 202, gegebene, wo er überdies hervorhebt, dass „*Callorhynchus* von der eigentlichen *Chimaera* abweicht und ausserordentlich merkwürdige Mundknorpel hat.“ Namentlich zeichnet und beschreibt J. Müller dort einen mächtigen, den ganzen Unterkiefer von unten umfassenden „Unterkieferknorpel“, den Stannius in der Abbildung nicht von ferne andeutet<sup>1)</sup>, der auch bei *Chimaera* entschieden nicht vorhanden ist. Auch sonst finden sich bei genauerer Prüfung zwischen den beiden in Frage stehenden Darstellungen noch manche Verschiedenheiten, welche fast vermuthen lassen, dass die Untersuchungsobjecte zwei verschiedenen Species angehörten, oder sogar, dass das Exemplar von Stannius gar kein *Callorhynchus*, sondern eine *Chimaera*, wenn auch vielleicht nicht *Ch. monstrosa* war.

Ausserdem findet sich der Unterfläche des Unterkiefers aufgelagert jederseits nahe der Mediane ein kleines, oberflächlich verknöchertes Knorpelplättchen (Taf. XII, Fig. 3,  $L_4$ ), von dessen Hinterrande sich eine dünne flache Sehne (Figg. 1 und 3,  $T$ ) der Aussenseite des Unterkiefers entlang bis an dessen hintern untern Winkel hinzieht, um sich dort im Bindegewebe zu verlieren. Ueber Herkunft und Bedeutung dieses Knorpelplättchens wie der Sehne weiss ich keine Auskunft zu geben. Sollte jenes vielleicht bei *Chimaera* das repräsentiren, was bei *Callorhynchus* nach der Müller'schen Darstellung durch Vereinigung mit dem entsprechenden Theil der anderen Seite zu dem kolossalen „Unterkieferknorpel“ geworden ist? Dann dürfte die Sehne hier wohl als letztes Rudiment eines kräftigen Muskels betrachtet werden, welcher dort, wahrscheinlich als Differencirung von der ventralen Längsmusculatur, als Retractor dieses grossen Knorpels fungirt.

Zur Vereinfachung der folgenden Beschreibung erwähne ich noch einer unterhalb der Mitte der Orbita nach aussen und unten vorspringenden Leiste, die ich Infraorbitalfortsatz nenne, sowie eines ähnlichen Postorbitalfortsatzes, der mit breiter Basis (Fig. 1,  $Po$ ) an der hintern untern Ecke der Orbitawand

<sup>1)</sup> Uebrigens spricht er im Text S. 46 von einem „grossen accessorischen Unterkieferknorpel“, und S. 65 wird ein „unterer unpaarer Lippenknorpel“ erwähnt, was doch wieder auf Uebereinstimmung mit J. Müller's Darstellung hinweist.



beginnt und als ziemlich scharfkantige Leiste an der Labyrinth-region des Schädels entlang nach hinten zieht. Die gemeinschaftliche Austrittsöffnung des *Glossopharyngeus* und *Vagus* liegt bei *Chimaera* unterhalb dieser Leiste, während sie für *Callorhynchus* von J. Müller loc. cit. hinter ihrem hinteren Ende angegeben wird.

Ferner ist von grossem Einfluss auf die Musculatur, dass die Kiemenbogen, im Vergleich zu den Selachiern auf verhältnissmässig geringe Grösse reducirt, nach vornhin näher zusammenrücken, zugleich ähnlich denen der Knochenfische nach innen in die Tiefe sinken und dadurch zur Hälfte noch unter den Schädel gelangen, ohne jedoch an diesem selbst sich zu befestigen. — Der ziemlich kräftig entwickelte Zungenbeinbogen stützt mit langen Radien einen halb membranösen, halb musculösen Kiemendeckel, der sämtliche Kiemenbogen verdeckt und nur noch die eine äussere Kiemenspalte jederseits als Eingang in die Kiemenhöhle offen lässt<sup>1)</sup>. — Von hinten und innen her wird der Verschluss der Kiemenhöhle durch eine ähnliche, theilweise musculöse, aber schwächere und nicht von Knorpelstrahlen gestützte Hautduplatur, die hintere Kiemenhöhlenwand, vervollständigt, welche bei *Callorhynchus* zu fehlen scheint, da ihrer Müller nirgends erwähnt; übrigens ist sie auch auf der Abbildung bei Stannius (loc. cit. Taf. I) nicht angedeutet.

Die einzelnen Stücke der Visceralbogen stimmen im Ganzen, abgesehen von ihrer durchweg schlankeren Gestalt, mit den entsprechenden von *Callorhynchus* überein, wie sie J. Müller darstellt. Es sind dies am Zungenbeinbogen: 1) ein kleines rundliches oberstes Stück, das dem Schädel unterhalb der Augenhöhle ansitzt; 2) ein länglich viereckiges Hyomandibularstück (*Hmd*), das aber hier in keinerlei nähere Beziehung zum Unterkiefer tritt; 3) ein starkes und breites Hyoidstück (*hy*) mit nach hinten und unten gerichtetem flachem Fortsatz, der einzige Träger der langen Radien der Kiemendeckelmembran, an deren Innenseite die erste halbe Kieme befestigt ist; und 4) eine kleine, mit flügelförmigen Seitenfortsätzen versehene Copula (*C*). Hinter der Verbindungsstelle von *Hmd* und *hy* sitzt eine flache, fast quadra-

<sup>1)</sup> Für *Callorhynchus* von J. Müller loc. cit. S. 217 beschrieben wie folgt: „Ihre häutige Kiemendecke, d. h. die vordere Wand dieses Loches enthält keinen eigentlichen knorpeligen Kiemendeckel, wie ihn noch die Störe und Spatularien haben, sondern nur knorpelige Kiemenhautstrahlen, die an ihrer Basis zum Theil vereinigt sind.“

tische Knorpelplatte, von deren Hinterrand die obersten Kiemen-deckelradien ausgehen: sie ist jedenfalls durch Verschmelzung der inneren Enden der letzteren entstanden und entspricht ähnlichen bei verschiedenen Haien vorkommenden Gebilden. — Die erste Visceralspalte, d. h. das Spritzloch und dessen Kieme sind hier vollständig verschwunden.

In den beiden ersten Kiemenbogen folgen von oben nach unten auf einander: ein langes säbelförmiges oberes Stück oder Pharyngobranchiale, dessen spitzes Ende nach hinten, oben und innen sieht und dessen convexer scharfer Rand unter der Mitte des Schädels resp. des Anfangs der Wirbelsäule beinah mit dem entsprechenden Stück der andern Seite zusammenstösst, während das stumpfe Ende, das auf seiner Aussenfläche eine tiefe senkrecht verlaufende Rinne für die Kiemenvene und den *R. branchialis N. vagi* zeigt; vorn unten mit dem kurzen, plattenförmigen oberen Mittelstück, dem Epibranchiale in Verbindung tritt. Das grosse untere Mittelstück oder Ceratobranchiale, das fast allein die Kiemen trägt, zieht schwach gebogen nach unten, vorn und innen; endlich folgt ein schwächtiges, stabförmiges Copulare oder Hypobranchiale (Fig. 5, *Hbr* I), das aber nicht wie bei den Selachiern in stumpfem Winkel zum Ceratobranchiale gestellt nach hinten sieht, sondern in gleicher Richtung wie dieses von hinten aussen nach vorn innen sich erstreckt. — Der III. Kiemenbogen wiederholt diese Elemente, mit Ausnahme des obersten, in gleicher Form; am IV. Kiemenbogen fehlt ausserdem ein oberes Mittelstück und das untere ist bedeutend schwächer; der V. endlich besteht nur aus einem, dem unteren Mittelstück entsprechenden Knorpelbogen, sein Hypobranchiale ist mit dem des vorhergehenden verschmolzen. — An Stelle des 1. Gliedes des III. und des 1. und 2. Gliedes des IV. und V. Kiemenbogens findet sich nun aber noch eine grosse Knorpelplatte mit mehreren Fortsätzen. Der nach unten und vorn (gegen das 2. Glied von III) sowie der nach oben und hinten gerichtete Fortsatz entsprechen nach Gestalt und Bedeutung den oben beschriebenen Theilen am 1. Gliede von I und II; von der Mitte des unteren Randes dieses Körpers erstreckt sich sodann ein kurzer breiter Fortsatz gerade nach unten, um sich mit dem unteren Mittelstück von IV zu verbinden; unmittelbar über der Verbindungsstelle geht ein schwacher Fortsatz nach vorn, der wohl das obere Mittelstück von IV repräsentiren mag; und in gleicher Höhe entspringt am Hinterrande ein langer flacher Fortsatz, welcher über das obere

Ende von V wegzieht und mit seinem nach hinten und aussen gewendeten, zugespitzten Ende sich an die Innenfläche des Scapulartheils des Schultergürtels anlegt. Das ganze Stück erhält so nach im Groben die Gestalt eines umgekehrten schiefen T.

Knorpelige Kiemenradien sitzen blos den Ceratobranchialstücken von I—III auf; die an dem langen Stück des vierten Kiemenbogens befestigte (letzte) halbe Kieme wird nicht mehr von solchen Radien gestützt. Zwischen dem IV. u. V. Kiemenbogen existirt auch keine Kiemenspalte mehr. — Die Kiemenblättchen sind mit dem grössten Theil ihres innern, d. h. dem Kiemenbogen zugewendeten Randes an der dünnen Kiemenscheidewand festgewachsen; nur die äussersten Spitzen sind frei.

Am Schultergürtel sei hervorgehoben der fast senkrecht emporsteigende, oben breiter werdende, aber noch ziemlich frei bewegliche Scapulartheil; das Coracoid stellt eine hohe und breite, weit nach unten, vorn und innen vorspringende Knorpelplatte dar, die in der Mediane mit der der anderen Seite zusammentritt und nach aussen davon auf der Vorderseite eine tiefe, lateralwärts durch einen senkrechten Wall abgegrenzte Grube besitzt.

### Beschreibung der Muskulatur.

Dem in der Einleitung ausgesprochenen Princip folgend stelle ich die Muskeln des Kopfskelets von *Chimaera* zu folgenden, im wesentlichen nur auf die topographischen und functionellen Verhältnisse derselben begründeten Gruppen zusammen:

- I. *Constrictor superficialis*.
- II. Kiefer- und Lippenknorpelmuskulatur.
  1. *M. levator anguli oris*.
  2. *M. adductor mandibulae*.
  3. *Mm. labiales ant. et post.*
- III. Kopf-Schultermuskeln.
  1. *M. trapezius superficialis*.
  2. *M. trapezius profundus*.
- IV. Muskeln des Hyoidbogens.
  1. *M. hyoideus superior*.
  2. *M. hyoideus inferior*.
- V. Muskeln der Kiemenbogen.
  1. *Mm. interbranchiales*.
  2. *Mm. adductores arcuum branch.*
  3. *M. protractor arc. branch.*

## VI. Ventrale Längsmusculatur (*Mm. Coraco-arcuales*).

1. *M. coraco-mandibularis*.
2. *M. coraco-hyoideus*.
3. *M. coraco-branchialis*.

### I. *M. constrictor superficialis*.

( $Cs_{1-5}$ , Taf. XII, Fig. 1).

Nach Wegnahme der Haut kommt eine fast die ganze vordere Hälfte der Seite des Kopfes überziehende Fascie zum Vorschein, an die sich auf der hinteren Hälfte eine z. Th. aus dünnen Muskellagen, z. Th. aus Aponeurosen bestehende Bedeckung der tiefern Schichten anschliesst.

Die stärkste Entfaltung der muskulösen Theile in dieser Decke findet sich ventral von der Medianlinie bis jederseits auf die halbe Höhe der Kiemendeckelmembran ( $Cs_1$ ), wo ziemlich kräftige Muskelfasern quer von links nach rechts hinüberziehen, ohne irgendwelche sehnige Unterbrechung; weiter vorn jedoch lassen sie median eine immer breiter werdende Aponeurose zwischen sich, welche endlich vom Unterkiefergelenk an den Raum zwischen den beiden Schenkeln desselben ausschliesslich von unten her überdacht. Die erwähnte Quermuskelschicht geht nach kurzem, an der Seitenfläche des Kopfes nach hinten und oben sich wendendem Verlauf in eine breite flache Sehne über (jedoch so, dass dieselbe an der Innenseite des Muskels schon viel tiefer unten beginnt als oberflächlich; und zwar heben sich die längeren Muskelfasern der oberflächlichen Schicht so scharf von dem darunter liegenden Anfangstheil der Sehne ab, dass jene geradezu als selbständig differencirte oberflächliche Portion des Constrictors ( $Cs_{1\beta}$ ) bezeichnet werden kann); — daraus geht dann abermals eine (schon über oder hinter der Kiemenspalte gelegene) kurze, aber breite Muskelschicht von gleicher Faserrichtung hervor ( $Cs_2$ ), welche unter dem *M. trapezius superfic.*, zwischen diesem und dem *Tr. profundus*, nach innen, hinten und oben in die Tiefe dringt ( $Cs_{2p}$ ), bald wieder sehnig wird, um sich als schief aufsteigende breite Aponeurose in weiter Ausdehnung mit den vordersten Fasern am Postorbitalfortsatz, mit den übrigen an einem von letzterem zur Seite der Wirbelsäule gehenden Sehnenbände und an dieser selbst zu befestigen, wobei sie dergestalt zwischen den am Hinterende des Schädels heraustretenden Nerven hindurchgeht,

dass die für die Kiemenbogen und die Schlundwand bestimmten, also die *Rr. branchio-intestinales N. Vagi* unter, die dem Schultergürtel und der ventralen Längsmusculatur zukommenden ersten Spinalnerven über ihr liegen. — Bevor diese Partie unter den *M. trapezius superf.* eindringt, löst sich von ihrer Aussenfläche parallel dem Rande des Trapezius eine dünne Aponeurose ab ( $Cs_2s$ ), die sich dicht unter der Haut über die ganze Schultermusculatur nach oben und hinten hin ausbreitet und sich allmählich ganz verliert. — Anderseits aber hat sich mit der beschriebenen tiefen Partie von innen und hinten her kommend die ebenfalls sehr dünne und breite Sehne eines Muskels vereinigt, welcher als schwacher Belag die Hinterseite der „hinteren Kiemenhöhlenwand“<sup>1)</sup> überzieht (Taf. XII, Fig. 1 u. 3,  $Cs_3$ ). Ihren Ursprung nehmen diese Muskelfasern am vordern innern Ende der Kiemenpalte theils von der membranösen Auskleidung derselben, theils von Sehnenbündeln, welche die ventrale Längsmusculatur seitlich begleiten<sup>2)</sup>.

Ist der Faserverlauf in den sehnigen sowohl wie in den muskulösen Theilen der beschriebenen hintern Hälfte des Constrictors (abgesehen von den quer verlaufenden ventralen Fasern) im Allgemeinen von unten vorn nach oben hinten gerichtet, so kreuzen sich dagegen in der vordern, fast ausschliesslich aponeurotischen Hälfte hauptsächlich horizontal oder sanft aufsteigend nach vorn gehende mit senkrechten oder schwach geneigten Faserzügen. An der Grenze zwischen beiden Hälften ist es aber noch zu eigenthümlichen muskulösen Differencirungen gekommen, welche eben z. Th. die Faserrichtung der vordern Hälfte bestimmen. — Erstens erscheint oberflächlich, der Aussenseite der oben erwähnten selbständigen superficialen Portion aufgelagert und mit deren Fasern fast unter rechtem Winkel gekreuzt, eine dünne Muskelschicht ( $Cs_4$ ), welche in der Mitte der hintern Hälfte beginnend schief nach vorn und oben zieht, sich zuspitzt und seitlich über der Mundspalte fast horizontal gegen die Nasengegend hin ausstrahlt.

<sup>1)</sup> vgl. oben S. 435.

<sup>2)</sup> Bei *Callorhynchus* scheint, nach Stannius' Abbildung l. c. Tf. I zu urtheilen, diese Portion wie überhaupt eine besondere häufige Umgrenzung der Kiemenhöhle von hintenher gar nicht vorhanden zu sein; vielmehr treten die einzelnen Kiemenscheidewände so weit nach aussen hervor, dass ein den Selachiern ähnliches Verhalten zu Stande kommt, wenn nicht etwa die ganze Abweichung auf mangelhafter Darstellung beruht.

— Nach Abtragung dieser Portion aber sowie des vordersten Theils der Kiemendeckelmusculatur zeigt sich zweitens ein verhältnissmässig dickes und breites Muskelbündel ( $Cs_5$ ), das seinen Ursprung nimmt 1. von einer kurzen starken Sehne, die an der nach hinten und unten vorspringenden Ecke des Unterkiefers befestigt ist und von unten her fast vollständig noch durch die lateralste Portion des ventralen Längsmuskels verdeckt wird, und 2. von dieser letzteren selbst, indem deren äusserste Fasern, statt sich am Unterkiefer zu inseriren, um den Hinterrand desselben herum sich nach oben und vorn fortsetzen und direct in das fragliche oberflächliche Bündel übergehen (vgl. Taf. XII, Fig. 3,  $Cs_5$ ). Dasselbe wendet sich von seiner Ursprungsstelle aus fast senkrecht nach oben und etwas nach vorn und löst sich dann eine kurze Strecke unterhalb des untern Augenhöhlenrandes in jene starken sehnigen Faserzüge auf, welche hauptsächlich die oben erwähnte Aponeurose der vordern Kopfhälfte bis zur Mittellinie des Schädels hinauf fortsetzen <sup>1)</sup>).

Innervirung: Sämmtliche musculösen Theile dieser oberflächlichen Lage werden vom *N. facialis* versorgt, indem Zweige desselben ganz oben und hinten von der Innenseite her an die unterhalb des *M. trapezius* eindringende Portion ( $Cs_2$ ), andere in gleicher Weise weiter unten an die zuletzt beschriebene Portion ( $Cs_5$ ) herantreten, während die eigentliche Kiemendeckelmusculatur durch einige Zweige innervirt wird, welche zwischen jene selbständige oberflächliche ( $Cs_{1\beta}$ ) und die kräftigere tiefe Schicht derselben eindringen. — Ueber die Innervirung von  $Cs_3$  wurde Nichts ermittelt <sup>2)</sup>).

<sup>1)</sup> Soweit aus Stannius l. c. Taf. I nebst Tafelerklärung zu ersehen ist, fehlen bei *Callorhynchus* sowohl  $Cs_4$  als  $Cs_5$  in dieser differencirten Gestalt; sie werden vielmehr nur durch eine von der hintern Hälfte des ventralen Constrictors (die sich in  $Cs_2$  fortsetzt) divergirende vordere Hälfte vertreten, deren Fasern sich nach vorn und oben wenden und in eine starke Sehne auslaufen („bei t abgeschnitten“), die offenbar am untern Augenhöhlenrand entlang nach vorn und oben verlief.

<sup>2)</sup> Hiezu vgl. Stannius l. c. S. 65: „Der *R. hyoideus N. facialis* gelangt zwischen Unterkiefer und Zungenbein und vertheilt sich hier an häutigen Gebilden und der Zunge. Der *R. mandibularis* sendet nach seinem Durchtritt (durch eine besondere Oeffnung der untern Augenhöhlenwand) zahlreiche Zweige an die unter dem Augenbodenknorpel liegenden Muskeln und namentlich an die Constrictoren der Kiemenhöhle.“ — Ibid. S. 61: „Bei *Chimaera* und den Plagiostomen wird der *R. opercularis N. facialis* durch Zweige ver-

**Wirkung:** Die Hauptmasse des Muskels dient jedenfalls zum Verschluss der Kiemenspalte durch Andrücken des Kiemendeckels gegen den vordern Rand des Schultergürtels, wobei die in der hintern Kiemenhöhlenwand gelegene Portion ( $Cs_3$ ) von hinten her mithilft. Die vordern Theile aber und besonders  $Cs_4$  mögen wohl zur Oeffnung der Kiemenspalte dienen, also als Antagonisten der hintern wirksam sein, indem sie den freien Rand des Kiemendeckels nach vorn und aussen abziehen. Welche specielle Function aber  $Cs_5$  haben mag, ist schwer einzusehen.

## II. Kiefer- und Lippenknorpelmusculatur.

Von der Aponeurose des oberflächlichen Constrictors an der vordern Kopfhälfte vollständig bedeckt liegt der Aussenseite des Schädels die Musculatur auf, welche von diesem zum Unterkiefer und den Lippenknorpeln sowie von einem der letzteren zum andern geht.

### 1. *M. levator anguli oris* (Taf. XII, Fig. 1, $Lao_1$ u. $_2$ ).

Als oberflächliche Differencirung der eigentlichen Kiefermusculatur erscheinen zwei flache Muskeln, welche mit ihrem breiten gemeinsamen Ursprung den grossen Kiefermuskel zum grössten Theil bedecken, dabei aber zugleich zahlreiche Muskelfasern von diesem selbst aufnehmen. Der hintere schwächere geht hauptsächlich vom untern Augenhöhlenrand aus, der vordere stärkere dagegen entstammt wesentlich einer dünnen Sehne (Fig. 1,  $Lao_1^0$ ), die ziemlich breit am medianen Kamm des Schädels vor und über dem Auge entspringt, bedeutend verschmälert über den vordern Theil des Kiefermuskels herunterläuft und in dessen Mitte erst die flache Muskelschicht entstehen lässt. — Der hintere begibt sich mit sehr schwacher Sehne zur Innenseite des hintern untern Lippenknorpels (Mandibularknorpels), speciell an dessen nach vorn, unten und innen gewendeten kleinen Fortsatz, theilweise aber auch zur Haut des Mundwinkels. Der vordere spaltet sich kurz vor der Insertion in zwei rundliche Sehnen, welche an den einander zugekehrten Enden des Maxillar- und des Mandibularknorpels, an deren innerer Seite, Befestigung finden.

**Innervirung:** durch Zweige des *R. max. inf. Trig.*, dessen

---

treten, welche vom N. fac. ausgehend nach hinten zu den vordersten Constrictoren der Kiemenhöhle sich erstrecken.“



übrige Zweige alle erst diese oberflächlichen Muskeln durchbohren müssen, um zum grossen Kiefermuskel zu gelangen<sup>1)</sup>.

Wirkung: Ziehen die Lippenknorpel und damit auch die Haut des Mundwinkels nach aussen und oben, vergrössern also die Mundspalte nach der Seite hin oder spannen vielmehr die Haut der Lippen gegen die Kieferränder und schliessen dadurch die Mundöffnung vollständig, und zwar geschieht dies wahrscheinlich, wie man wohl aus dem innigen Zusammenhang unsers Muskels mit dem *Adductor mand.* schliessen darf, stets gleichzeitig von selbst mit der Contraction des letztern.

## 2. *M. adductor mandibulae* (Fig. 1, *Am*).

Diese breite und mächtige Muskelmasse entspringt, überall fleischig, von der Seite des Schädels, und zwar vor der Orbita vom medianen oberen Kamm an bis herab zum vorgewölbten Nasentheil, sodann von der ganzen vordern und der grössern Hälfte der untern Umgrenzung der Augenhöhle, die vorn vom Knorpel des Schädels selbst gebildet wird, unten dagegen aus einem starken quer verlaufenden Bande besteht, und endlich von der obern Hälfte der Aussenseite des unterhalb der Orbita folgenden Schädelabschnittes. — So entsteht ein dicker mächtiger Muskel, der nur in seiner vordern obern Partie, gerade unter der langen flachen Ursprungssehne des vorigen Muskels, einen sehnigen Längsstreifen zeigt. Indem namentlich die vom Nasentheil kommenden Fasern sehr schief nach hinten und unten laufen, verjüngt sich der Muskel rasch und geht dann in eine starke, besonders vorn sehr dicke Sehne über, die sich breit am obern Rande des Unterkiefers, ziemlich in der Mitte zwischen Kiefergelenk und Mediane, inserirt, mit einer schmalen Verlängerung aber den Unterkiefer zum Theil noch von aussen und unten her bis gegen die Kinngegend hin umgreift.

Innervirung: durch mehrere Zweige des *R. max. inf. Trig.*, von denen einige vor der Augenhöhle bis fast zum obersten Ursprung des Muskels emporsteigen<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Vgl. hiezu Stannius l. c. S. 46: „Ein Zweig (des *R. max. inf.*) ist auch für die Gegend der zwischen Oberkiefer und Unterkiefer gelegenen Labialknorpel, für deren Musculatur und für die innere Seitenwand der Mundhöhle bestimmt“; — wobei freilich zweifelhaft bleibt, ob unter der Musculatur der Labialknorpel auch der hier in Frage stehende Muskel oder bloss die eigentlichen Labialmuskeln verstanden werden; vgl. diese.

<sup>2)</sup> Hiezu vgl. Stannius l. c. Taf. I und die Bemerkung S. 46, dass „mehrere Zweige des *R. max. inf.* in die beiden Portionen

Wirkung: einfache, aber sehr energische Adduction des Unterkiefers. Eine mehr oder weniger selbständige Thätigkeit der vordern und hintern Hälften des Muskels (etwa Pro- und Retraction) ist kaum denkbar.

3. **Mm. labiales ant. et post.** (*Lba* u. *Lbp*, Taf. XII, Fig 1 u. 3).

Das vordere dieser unbedeutenden Gebilde ist ein schlanker spindelförmiger Muskelbauch, welcher von der nach aussen und vorn gewendeten Fläche des Maxillarknorpels breit fleischig entspringt, schief nach vorn und oben aufsteigt und sich zugespitzt am Praemaxillarknorpel nahe der Spitze befestigt.

Der hintere Labialmuskel gehört der Unterkiefergegend an. In der Medianlinie sitzt an der Unterseite des letzteren eine kleine Aponeurose fest, von welcher nach rechts wie nach links hin je ein flaches, höchst unbedeutendes Muskelband ausgeht, das sich nun, der Unter- und Aussenseite des Unterkiefers dicht auf liegend und ziemlich parallel seinem Vorderrande verlaufend, nach dem Hinterrande des Mandibularknorpels begibt, der Innenseite desselben entlang nach vorn aufsteigt und stark zugespitzt mit dünner Sehne am hintern Ende des Maxillarknorpels endigt. Nahe seinem Ursprung legt sich ihm von unten her das oben (S. 434) erwähnte accessorische Knorpelplättchen auf, dessen Innenseite er fest adhärirt.

Innervirung: Beide Muskelchen werden vom *R. max. inf. Trig.* versorgt, ersteres von vorderen Zweigen, letzteres von dessen hinterstem Aestchen, das sich mit dem *R. mandibularis N. fa-*

---

des Kiefermuskels eintreten.“ Was unter diesen „beiden Portionen“ gemeint ist, bleibt allerdings zweifelhaft. Entweder die oberflächliche und die tiefe Schicht (unser *Lev. ang. oris* und *Adduct. mand.*), oder es hat sich bei *Callorhynchus* der vordere vom Vorderrande des Schädels und der Nasenkapsel entspringende Abschnitt als selbständiger Muskel mit nach hinten und unten gerichtetem Faserverlauf differencirt. Nicht ausgeschlossen bleibt dabei die Möglichkeit, dass Stannius (vorausgesetzt, sein Object sei eine Chimaera gewesen, vgl. oben S. 434) die Selbständigkeit der oberflächlichen Schicht sowie deren Insertion an den Lippenknorpeln übersehen und sie einfach als Bestandtheil der hintern Hälfte des Kiefermuskels betrachtet hat (was bei dem innigen Zusammenhang des *Lev. ang. oris* mit letzterem sehr leicht geschehen konnte), dem gegenüber dann die vordere, vom Vorderrande des Schädels kommende Partie allerdings bei oberflächlicher Ansicht als besondere Portion mit abweichendem Faserverlauf erscheinen musste. Für diese letzte Vermuthung spricht vor Allem die mehrerwähnte Abbildung auf Taf. I.

*cialis* vereinigt und mit diesem gemeinschaftlich die Haut der Unterlippe nebst diesem Muskel innervirt<sup>1)</sup>).

Wirkung: Der hintere Labialmuskel zieht jedenfalls die gesamten Lippenknorpel nach unten und innen, was ein Schlaffwerden der Unterlippe zur Folge haben wird; der vordere Muskel mag, wenn ersterer contrahirt ist, die Herabziehung verstärkt auf den Praemaxillarknorpel übertragen oder umgekehrt die beiden hinteren Knorpel nach vorn und oben bewegen. Beide, namentlich aber der hintere, erweisen sich somit als Antagonisten des *Levator ang. oris*.

### III. Kopf-Schultermuskeln.

#### 1. *M. trapezius superficialis* (*Trs*; Taf. XII, Fig. 1 u. 5).

Ursprung von der Basis des Postorbitalfortsatzes an, welche er nach unten fast völlig umgreift, längs des hintern Randes der Augenhöhlenwand hinauf bis zur hintern obern Ecke derselben, — als breites, aber dünnes, nur unten etwas mächtiger werdendes Bündel, das durch seinen untern Rand am Ursprung in unmittelbare Berührung, wenn nicht in wirklichen Zusammenhang mit dem *Trapezius prof.* tritt. Der Muskel verschmälert sich rasch, zieht nach unten und hinten und inserirt sich am untern Ende des Scapulartheils des Schultergürtels längs eines von dessen Fläche nach aussen vorspringenden Kammes, der somit für die Insertion des Muskels eine nach vorn und aussen offene flache Grube darbietet. Ein kleines Bündel aber, das sich um ein Weniges von der Innenseite des Muskels ablöst, begibt sich ganz an den vordern Rand und selbst an die Innenseite der Scapula und dringt bis zu der Stelle vor, wo der nach hinten gewendete lange Fortsatz des obersten Stückes für den III.—V. Kiemenbogen damit articulirt. — Der ganze Muskel schiebt sich also gleichsam zwi-

<sup>1)</sup> Hiezu vgl. Stannius l. c. S. 46 und 65, wo aber nur allgemein von der „Musculatur der accessorischen Knorpel“ und von „der Unterlippe, der Haut und den Muskeln der Lippenknorpel“ die Rede ist. In der Abbildung von *Callorhynchus* auf Taf. I ist blos der vordere dieser beiden Muskeln und zwar in sehr deutlicher Darstellung zu sehn, weshalb es um so mehr auffallen muss, dass der hintere nicht einmal angedeutet ist, trotzdem die Nerven der Unterlippe blosgelegt und gezeichnet sind. Gleichwohl muss dieser Muskel dort vorhanden sein, denn ein vom *R. mand.* des *Facialis* versorgter „Muskel der Lippenknorpel“ (S. 65) kann nirgends anders liegen als eben am Unterkiefer.

schen die beiden Endaponeurosen der hintersten Constrictorportion ( $Cs_2$ ) hinein, während er seinerseits durch die untere (tiefe) dieser beiden Aponeurosen von seinem Genossen, dem *Trap. prof.* getrennt wird, um erst an der Insertion durch das letzterwähnte tiefere Bündel wieder mit diesem in nahe Berührung zu kommen.

Innervirung: durch einen Zweig des *Vagus*, der hinter dem letzten *R. branch.* hervortritt, also wohl schon dem *Truncus intestinalis* zuzurechnen ist; er dringt aus der Tiefe von oben und innen her an der Innenseite in den Muskel ein.

Wirkung: zieht den ganzen Schultergürtel nach vorn und oben, also dichter an die Kiemendeckel heran, wird also wohl auch beim Verschluss der Kiemenspalte mitwirken, ebenso wie der folgende.

## 2. *M. trapezius profundus* (*Trp*; Taf. XII, Fig. 5).

Entspringt als schmales flaches Muskelbündel von der Hinterwand der Orbita unmittelbar unterhalb der Basis des Postorbitalfortsatzes, wo er sich mit dem Ursprung des vorigen berührt. Er verläuft, von der tiefern Aponeurose des hintern Constrictorabschnitts ( $Cs_2$ ) bedeckt, mit gleich bleibender Stärke nach unten und hinten, fast parallel dem *Trap. superfic.*, aber mehr nach innen, und inserirt sich am Hinterrand des nach hinten und unten schauenden langen Fortsatzes des für den III.—V. Kiemenbogen gemeinsamen obersten Stückes, hinterwärts bis zur Articulation des letzteren mit der Scapula und zur Insertion des *Trap. superfic.* sich erstreckend.

Innervirung: durch einen feinen Zweig des dritten *R. branch. Vagi*, welcher für den Interbranchialraum zwischen dem III. und IV. Kiemenbogen bestimmt ist<sup>1)</sup>.

Wirkung: hebt besonders die drei letzten Kiemenbogen nach oben und vorn, drängt sie näher gegen die vordern und an den Schädel und unterstützt dadurch die Wirkung des vorigen.

# IV. Muskeln des Hyoidbogens.

## 1. *M. hyoideus superior* (*Hs*; Taf. XII, Fig. 5).

Dieses schmale flache Muskelband entspringt von der Un-

<sup>1)</sup> In Betreff dieser Muskeln findet sich bei Stannius l. c. bloß S. 88 gelegentlich der Aufzählung des Verbreitungsgebietes der *Rr. branchio-intest. Vagi* die Notiz: „8) für die vordern Schultermuskeln, bei *Raja*, *Spinax* und *Carcharias*.“

terseite des knorpeligen Bodens der Augenhöhle, ziemlich weit innen, zwischen den Austrittsstellen des *N. facialis* und des *N. palatinus*, läuft mit schwach divergirenden Fasern über das vorderste verbreiterte Ende des Pharyngobranchiale des I. Kiemenbogens weg nach unten, aussen und etwas nach vorn, und inserirt sich längs des obern Randes nebst angrenzenden Theilen der Aussenfläche jener die Basis des Kiemendeckels stützenden Knorpelplatte, von wo die vordersten Fasern noch ziemlich weit auf den benachbarten Hinterrand des Hyomandibularstücks des Zungenbeinbogens übergreifen.

Innervirung: wurde nicht völlig sicher ermittelt; wahrscheinlich vom *R. hyoideus N. fac.*, der seiner Faserrichtung parallel zwischen ihm und der Unterfläche der Orbita nach unten und aussen verläuft.

Wirkung: hebt den Zungenbeinbogen, insbesondere die Kiemenstrahlen desselben, gegen den Schädel und zieht sie etwas nach innen, trägt also, die Wirkung des hintern Constrictorabschnitts unterstützend, zum Verschluss der Kiemenspalte bei.

## 2. *M. hyoideus inferior* (*Hi*; Taf. XII, Fig. 3 und 5).

Nach Abtragung des oberflächlichen Constrictors wird dieser Muskel nur in seinem obersten Drittel sichtbar, im Uebrigen bleibt er durch die flächenhaft ausgebreitete Insertion des vordersten der ventralen Längsmuskeln von unten her verdeckt. Er entspringt als flaches, mässig breites Bündel von der nach unten und hinten gewendeten Ecke des grossen Hyoidstückes des Zungenbeinbogens, läuft in der Richtung dieses Stückes und demselben anfangs dicht aufliegend nach vorn, innen und unten, gelangt so über den Hinterrand des Unterkiefers und inserirt sich ungefähr zur Hälfte mit kurzer, zugespitzter und fast gerade nach vorn gewendeter Sehne an der obern Fläche desselben, etwas lateral von dem median vorspringenden Höcker. Die hintere (innere) Hälfte der Fasern dagegen behält ihre bisherige Richtung nach innen und vorn bei, kreuzt sich in der Mediane mit dem entsprechenden Theil des gleichen Muskels der andern Seite, zum Theil unter Einschiebung eines schwachen medianen Sehnenstreifens, und strebt, mit der ersterwähnten vordern Portion des letztern vereinigt, ihrer Insertion am Unterkiefer entgegen. Die allerhintersten Fasern beider Seiten gehen in nach hinten offenem Bogen direct in einander über. — So schiebt sich dieser Muskel mit seinem medialen Ende zwischen die Insertionen des *M. coraco-man-*

*dibularis* und des *M. coraco-hyoideus* hinein; seinem hintern (innern) Rande entlang verläuft die vorderste Kiemenarterie zur Kieme des Zungenbeinbogens.

Innervierung: durch einen Zweig des *R. hyoideus N. facialis*, der in der Mitte des Verlaufs des Muskels von aussen her in denselben eintritt.

Wirkung: Wenn der Unterkiefer durch den grossen Adductor fixirt ist, so wird der Muskel den ganzen Zungenbeinbogen nach innen herabziehen und das mediale Stück desselben, d. h. die Zunge etwas vorstrecken können; wird aber dieses Stück durch Contraction des *M. coraco-hyoideus* festgehalten, so muss unser Muskel den hintern Rand des Hyoidstücks und mit diesem die Kiemenstrahlen des Bogens etwas nach vorn und aussen drehen, also als Antagonist des *Hyoideus sup.* den Kiemendeckel öffnen. Sehr unbedeutend wird dagegen bei fixirtem Zungenbeinbogen seine Mitwirkung beim Herab- und Rückwärtsziehen des Unterkiefers sein.

## V. Muskeln der Kiemenbogen.

### 1. *Mm. interbranchiales* (*Ibr*<sub>1-3</sub>; Taf. XII, Fig. 5).

Zwischen den beiden Kiemenblattreihen der ersten drei Kiemenbogen liegt je ein lang gestrecktes, schwächtiges Muskelchen, auf der Vorderseite der knorpeligen Kiemenstrahlen, fast durchweg deren Basis angeschmiegt. Dem IV. Kiemenbogen, dessen eine halbe Kieme nicht mehr von Kiemenstrahlen gestützt wird, fehlt dieser Muskel, ebenso natürlich dem rudimentären V. Bogen.

Die Muskeln entspringen je von der nach hinten gewendeten stumpfen Ecke des säbelförmigen Pharyngobranchiale mit schwacher rundlicher Sehne; am I. und II. Kiemenbogen greift der Ursprung noch mit wenigen Fasern auf den Vorderrand des kurzen Epibranchiale des nächst folgenden Bogens, am III. auf das starke Ligament über, das sich vom hintern Rand des Epibranchiale und der Aussenseite des Pharyngobranchiale dieses Bogens über den nach hinten gerichteten und mit dem Schultergürtel articulirenden Fortsatz dieses Gliedes hinweg zur Innenseite der Scapula begibt. — Aus der kleinen Ursprungssehne geht sofort ein sich verdickendes und in der Fläche der Kiemenscheidewand sich verbreiterndes Muskelbündel hervor, welches, das Epibranchiale überspringend, mit der rundlichen Hauptmasse als schlanker Muskelbauch über die Aussenseite des langen Ceratobranchiale hin-

wegzieht, wobei seine äussersten Fasern nach unten und aussen in die Kiemenscheidewand hinein ausstrahlen und auf diese Weise ein allerdings nur ganz rudimentäres musculöses Septum darstellen; an der Unterseite des kurzen Hypobranchiale angelangt spitzt sich der Muskel rasch zu und findet mit sehr dünner Sehne am innersten Ende desselben Befestigung.

Auf seinem ganzen Verlaufe liegt seiner Vorderseite der *R. posterior* des dem betreffenden Interbranchialraum zukommenden *N. branchialis Vagi* auf, während die *Arteria branch.* seiner Hinterseite entlang zieht.

Innervirung: wurde nicht beobachtet; jedoch unzweifelhaft durch den zugehörigen eben erwähnten Vagusast.

Wirkung: Die auf die Kiemenscheidewände ausgeübte, jedenfalls höchst unbedeutende Bewegung kann nur in einem näher Zusammenrücken der Kiemenblättchen in der obern Hälfte der Kieme bestehen; sonst mag der Muskel als Antagonist der *Mm. adductores* die Reihe der Bogenstücke etwas gerader strecken.

## 2. *Mm. adductores arcuum branchialium*

(*Ab*<sub>1-5</sub>; Taf. XII, Fig. 5, *Ab*<sub>4</sub> u. <sub>5</sub>).

Fünf sehr kurze und ziemlich kleine Muskelbündel an der Innenseite der Kiemenbogen. Für die am I., II. und III. Bogen befindlichen Muskeln gelten fast genau die gleichen Verhältnisse, nur dass die beiden letzteren in allen Beziehungen erheblich reducirt erscheinen. Hier entspringt der einzelne Muskel von der ganzen vordern Hälfte der Innenfläche des plattenförmigen Epibranchiale, läuft mit schwach convergirenden Fasern nach aussen und unten und inserirt sich als breites, aber flaches Bündel an der Innenfläche des obersten Endes des Ceratobranchiale desselben Bogens. — Sodann entspringt vom untern Rande und angrenzenden Theilen der Innenfläche des grossen Pharyngobranchiale des III. Kiemenbogens, und zwar von seiner vorderen Spitze an bis hinter die Articulation mit dem V. Bogen, ein breiter flacher Muskel, der sich sogleich in zwei Hälften theilt, von denen die vordere, senkrecht abwärts ziehend, sich am obern Ende des Ceratobranchiale von IV. inserirt, während die hintere, nach hinten und unten gewendet, zu der einwärts und vorwärts schauenden Breitseite des V. Bogens geht. An dieses letztere Bündel treten aber von vorn und aussen noch zahlreiche Fasern heran, welche von der Innenfläche des oberen Endes des Ceratobranchiale des IV. Bogens, dicht unter der Insertion der vorderen Hälfte dieses



Muskels, entspringen und fast horizontal nach hinten und innen verlaufen.

Innervirung: durch je ein Aestchen des *R. post.* des betreffenden Interbranchialastes des Vagus.

Wirkung: ziehen die Innenfläche des obersten oder zweiten Gliedes gegen diejenige des grossen Ceratobranchiale hinab oder umgekehrt diese gegen jene herauf, verstärken also auf jeden Fall die Convexität der obern Bogenhälfte und erscheinen hiedurch als Antagonisten der *Mm. interbranchiales*.

### 3. *M. protractor arc. branch. (Prbr).*

Ursprung breit fleischig vom hintern Ende der Unterfläche des knorpligen Augenhöhlenbodens und kurzsehnig längs des vordern Abschnitts der unterhalb des Postorbitalfortsatzes schräg nach hinten und innen ziehenden Kante des Schädels, bis unmittelbar oberhalb der Austrittsöffnung des *Vagus*, also noch hinter und medianwärts vom Ursprung des *M. hyoideus sup.* Die convergirenden Fasern laufen nach hinten, unten und stark nach innen und inseriren sich ziemlich zu gleichen Theilen ganz zu hinterst am innern Rande des obern Endes des Pharyngobranchiale des I. und II. Kiemenbogens.

Innervirung: durch ein feines Aestchen des dritten *R. branch. Vagi*.

Wirkung: zieht die obern hintern Enden der beiden ersten Kiemenbogen, damit aber wohl auch den ganzen Kiemenkorb, nach vorn, aussen und etwas nach oben, unterstützt also wesentlich den *Trapezius prof.*, der am hintersten Ende des Kiemenkorbes angreift, sowie die *Mm. interbranchiales*, welche die Convexität der Bogen zu vermindern streben, — und wirkt anderseits entgegen dem *M. coraco-branchialis*, welcher das ganze Kiemengerüst nach hinten und unten zieht, sowie den *Mm. adductores*.

## VI. Ventrale Längsmuskulatur (*Mm. coraco-arcuales*).

### 1. *M. coraco-mandibularis (Cm; Taf. XII, Fig. 3 und 5).*

Ein wenigstens in der Mitte seines Verlaufs unpaarer Muskel, dessen Fasern aber sowohl nach hinten als nach vorne hin theilweise zu paarigen Bündeln auseinandergehen. Er kommt erst nach Abtragung der ventralen Portion des oberflächlichen Constrictors, welche ihn von unten her völlig verdeckt, zur Ansicht.

Am Ursprung zerfällt der Muskel in eine oberflächliche

unpaare ( $Cm_1$ ) und eine tiefe paarige Portion ( $Cm_2$ ). Jene geht als sehr kräftiges, horizontal nach vorn ziehendes Bündel vom untern Rande und der Vorderseite des Schultergürtels beiderseits zunächst der Mediane aus; diese besteht aus zwei schmalen, aber hohen Muskelplatten, welche über der unpaaren Portion aus den seitlich der Medianlinie an der Vorderfläche des Coracoids liegenden Gruben entspringen. Sehr bald treten aber diese beiden paarigen Portionen, indem sie nach vorn und etwas nach unten und innen ziehen, mit der oberflächlichen unpaarigen zu einer Muskelmasse (vgl. Fig. 5,  $Cmc$ ) zusammen, welche sich überdies durch zahlreiche von der sehnigen Unterfläche des *M. coraco-hyoideus* kommende Fasern verstärkt; und aus dieser gehen dann die gesonderten Portionen der vordern Hälfte hervor. Es sind dies abermals erstens eine mediane unpaare Portion, der Hauptsache nach, jedoch nicht ausschliesslich aus den vereinigten paarigen Ursprungsportionen hervorgegangen; dieselbe zieht in Fortsetzung der Richtung der letztern nach vorn und unten, drängt sich zwischen den aus einander weichenden lateralen Enden der unpaaren Ursprungsportion an die Oberfläche und inserirt sich, rasch sehnig werdend und dabei wieder etwas ausgebreitet, beiderseits der Mediane an der Unterfläche des Unterkiefers, nahe seinem hintern Rande; — und zweitens zwei laterale paarige Portionen, welche durch Spaltung der unpaaren Ursprungsportion entstehen, aber an ihren Innenrändern auch noch Fasern von der tiefern aufnehmen, horizontal nach vorn ziehen und sich dabei stark nach aussen wenden, bis sie, fast fächerförmig ausgebreitet und beiderseits an die Insertion des erstgenannten medianen Theils anschliessend, an der Unterseite des Unterkiefers bis gegen dessen hintern untern Winkel hin sich befestigen. Die Insertion des Gesamtmuskels stellt sonach eine durchaus continuirliche, nach vorn convexe Linie dar (s. Fig. 5,  $Cm_1^i$  und  $Cm_2^i$ ). — In Folge des eigenthümlichen Faserverlaufs der einzelnen Portionen erscheint der ganze Muskel von unten gesehen wie ein auf starkem Stiel nach vorn hin sich ausbreitender Fächer; im Profil dagegen zeigt er sich hinten sehr hoch und relativ schmal, vorn dünn und abgeflacht.

Die äussersten Fasern der lateralen Endportion wenden sich ganz seitwärts und um die hintere Unterkieferecke herum nach oben, um auf die oben beschriebene Weise in den vordersten muskulösen Theil des oberflächlichen Constrictors ( $Cs_5$ ) überzugehen.

## 2. *M. coraco-hyoideus* (*Chy*, Fig. 5).

Die beiderseitigen Muskeln stossen in der Medianlinie so dicht zusammen, dass namentlich vorn nur oberflächliche Spuren einer Trennung erkennbar sind, das Ganze somit wohl als unpaarer Muskel betrachtet werden darf.

Seinen Ursprung nimmt derselbe als kräftige Fleischmasse hauptsächlich vom obersten Abschnitt jener Grube an der Vorderseite des Coracoids zunächst der Mediane, aber auch als dünnere Platte zu beiden Seiten weiter hinab, von der lateralen wallartigen Umgrenzung dieser Grube, so dass der Muskel zunächst seinem Anfang eine nach unten offene, ziemlich weite und tiefe Rinne bildet, welche die beiden lateralen Ursprungsportionen des *Coraco-mandibularis* von oben und den Seiten her umfasst. — Im zweiten Viertel seines Verlaufs wird der ganze Muskel sehnig, und von der Unterseite dieser Partie nehmen dann jene oben erwähnten Fasern ihren Ausgang, welche von oben her an die mediale Endportion des *Coraco-mand.* herantreten. Anderseits schliesst sich der untern äussern Kante dieses sehnigen Abschnitts ein sehr schmales, flaches Muskelbündelchen an (*Chyx*), das mit ausgebreiteter dünner Aponeurose von der Unterseite des Coracoids, lateral vom Ursprung des *Coraco-mand.*, und von der angrenzenden Fläche des geraden Bauchmuskels entspringt und mit ventralwärts gewendeter Kante nach vorn und etwas nach oben zum freien lateralen Rande des *Coraco-hyoideus* vordringt <sup>1)</sup>.

Aus dem sehnigen Abschnitt geht eine starke muskulöse Partie hervor, deren mediale Fasern stark abwärts gesenkt, die lateralen dagegen fast horizontal nach vorn verlaufen, so dass die anfängliche Rinnenform bald der einer dicken und flachen, zugleich nach vorn sich verschmälernden Platte Platz macht. Diese inserirt sich kurzsehnig am vorspringenden hintern Rande der flügelförmigen Copula des Zungenbeinbogens, in einer Breite von ungefähr 1 cm.

## 3. *Mm. coraco-branchiales* (*Cbr*<sub>1-5</sub>; Taf. XII, Fig. 5).

Diese fünf Muskeln bilden sowohl an ihrem Ursprung als auch

---

<sup>1)</sup> An dem untersuchten Exemplar ging dieses Muskelchen linkerseits zum grössten Theil in den oben beschriebenen muskulösen Belag der hintern Kiemenhöhlenwand (*Cs*<sub>3</sub>) über, der sich dann mit der tiefern Endsehne des oberflächlichen Constrictors vereinigt. Es scheint also zum mindesten kein wichtiges, typisches Vorkommniss zu sein.

im grössten Theil ihres Verlaufs eine einzige, ungetheilte muscülöse Wand, welche lateral von den eben beschriebenen Muskeln sich ausbreitet, dieselben gleichsam von der Kiemenhöhle abschliessend, und erst an der Insertion getrennte Bündel abgibt.

Der Ursprung des Muskels nimmt ein schmales dreieckiges, schwach ausgehöhltes Feld auf der Vorder- und Aussenseite des Coracoids ein, das medial durch den Grenzwand jener vordern Grube, aussen unten dagegen an seiner langen concaven Basis, sowie oben innen durch die freien Ränder dieses Skeletstücks umschlossen wird und sich namentlich lateralwärts sehr spitz auszieht, so dass die äussersten Fasern noch von der Insertion des *M. trapezius superfic.* bedeckt werden. Die Dicke der hieraus hervorgehenden Muskelwand ist demgemäss in der Mitte ihrer Längsausdehnung am bedeutendsten und nimmt von da nach vorn wie nach aussen hinten rasch ab; die Länge der einzelnen Fasern vermindert sich gleichmässig von vorn nach hinten, ihre Richtung läuft vorn gerade nach oben und vorn, während die hintern äussern zugleich immer mehr nach innen hin convergiren.

Die Insertion beschränkt sich am I. Kiemenbogen auf das hinter der *Arteria branch.* noch übrig bleibende schmale Feld auf dem kleinen Hypobranchiale, überspringt dann den von der Hinterseite des Ceratobranchiale dieses Bogens nach innen abgehenden Fortsatz und geht auf das Hypobranchiale des II. Kiemenbogens über, mit wenigen Fasern auch auf das grosse dritte Glied übergreifend. Darauf folgt ein starkes Bündel für den Vorderrand des Hypobranchiale von III; was hinter dessen *Art. branch.* folgt, gehört Alles schon dem durch einen Fortsatz nach unten und innen verlängerten Hypobranchiale des IV. Kiemenbogens an, nebst einem kleinen Antheil für dessen Mittelstück. Der V. Bogen endlich, dessen unterstes Glied mit dem des vorhergehenden verschmolzen ist, nimmt die hinter der *Art. branch.* des letztern folgenden Fasern fast in seiner ganzen Länge auf, zu welchem Zweck seine Unterseite gegen das mediale Ende hin eine kammförmige Erhebung besitzt.

Innervirung der ventralen Längsmuskeln. Der durch Vereinigung der *Rr. ventrales* der beiden ersten Spinalnerven entstandene Stamm zieht über die tiefe Endsehne der hintersten Constrictorportion (*Cs<sub>2</sub>p*) hinweg nach aussen und theilt sich, am hintern äussern Rande des *Coraco-branch.* des fünften Bogens angelangt, in zwei Aeste, von denen der vordere dicht hinter dem genannten Muskel in die Tiefe dringt, zwischen ihm und dem

Ursprung des *Coraco-hyoideus* nach vorn und innen verläuft und dabei an beide Zweige abgibt, um schliesslich letztern Muskel ungefähr in der Mitte seiner Länge zu durchbohren und sich in der oberen (paarigen) Ursprungsportion des *Coraco-mandibularis* ( $Cm_2$ ) zu vertheilen. Der hintere Ast tritt gleich nach seiner Trennung vom vordern in einen dort sich öffnenden kurzen Canal im Coracoideum ein, kommt in der äussern obern Ecke der mehrerwähnten Grube an der Vorderfläche des Coracoids wieder zum Vorschein und versorgt nun die oberflächliche (unpaare) Ursprungsportion des *Coraco-mand.* ( $Cm_1$ ).

Wirkung: Alle drei Muskeln zusammen ziehen die ventralen Enden der Visceralbogen nach hinten und unten, wobei sich namentlich der *Coraco-mand.* und der *Coraco-hyoideus* gegenseitig unterstützen, da die selbständige Beweglichkeit des Zungenbeinbogens nicht sehr gross sein kann. Der *Coraco-branch.* erweitert zugleich die Kiemenhöhle von oben nach unten und verringert die Convexität der Bogen, worin er von den *Mm. interbranchiales* unterstützt wird, während die *Adductores arc. branch.* und der *Trapezius prof.* ihm entgegenwirken. — Uebrigens steht die Masse der Muskeln so wenig im Verhältniss zu der hiebei erforderlichen Arbeitsleistung, dass die Hauptfunction des Systems wohl eher darin zu suchen ist, nach Fixirung des Unterkiefers durch den *Adductor mandibulae* den Schultergürtel bei Contraction der von hinten an denselben herantretenden Bauchmuskeln festzuhalten.

## Vergleichung mit den Selachiern.

### I. System der oberflächlichen Ringmusculatur.

(*Constrictor superficialis*; *Hyoideus sup. et inf.*; *Interbranchiales*; *Trapezius superfic. et profundus*.)

Die bedeutendste Umgestaltung hat das System der oberflächlichen Ringmusculatur erfahren. Dasselbe umfasst bei den Selachiern nach der früher (Diese „Untersuchungen“ etc., I. Theil. Jenaische Zeitschr. Bd. VIII, S. 405 ff.) gegebenen Darstellung den *Constrictor superficialis*, die *Mm. interbranchiales*, den *Levator maxillae sup.* und den *Trapezius*, alle noch mehr oder weniger zusammenhängend, wenn auch bei *Scymnus* und *Acanthias* im Gegensatz zu *Heptanchus* bereits erheblich in dem Sinne modificirt, dass die einzelnen Untergruppen zu grösserer Selbständigkeit gelangt sind. — Bei *Chimaera* ist die Zusammengehörigkeit der hieher zu rechnenden Theile in Folge der Umfor-

mung der denselben zur Befestigung dienenden Skeletstücke soweit aufgehoben, dass sich ihre Homologien und Homodynamien nur durch genauere Vergleichung jedes einzelnen Abschnittes ermitteln lassen.

Bei Besprechung der hier als *Constrictor superficialis* ( $Cs_1 - 5$ ) bezeichneten Muskelgruppe gehen wir am besten von der den Kiemendeckel überziehenden Hauptportion derselben ( $Cs_1$  u.  $_2$ ) aus, da diese sich auf den ersten Blick als Homologon der dem Zungenbeinbogen zugehörigen Constrictorportion der Selachier herausstellt. Hier charakterisirte sich diese Portion durch folgende, allen drei untersuchten Formen fast durchweg gemeinsame Merkmale: Sie entspringt von der dorsalen Fascie und (*Acanthias* und *Scymnus*) für das hintere Drittel mit aus der Tiefe kommender, die Rückenmuskulatur durchbohrender schmaler Sehne von der Seite der Wirbelsäule; die breite Muskelplatte verläuft nach unten und vorn, als Decke der ersten Kiemenspalte, den Zungenbeinradien dicht aufliegend, indem eben an diesem Bogen der *M. interbranchialis* noch nicht vom *Constrictor superficialis* getrennt ist; Insertion des dorsalen Abschnitts am Hyomandibulare und zum kleinern Theil am Palatoquadratum oder (Hept.) ausschliesslich am letzteren, des ventralen am Unterkiefer und mit einer tiefern, sich abspaltenden Schicht am Ceratohyale; Vereinigung der beiderseitigen ventralen Hälften in einem medianen Sehnenstreifen oder direct in einander übergehend; Innervirung durch den *Facialis*.

Halten wir nun die Portionen  $Cs_1$  u.  $_2$  von *Chimaera* zum Vergleich dagegen, so finden wir völlige Uebereinstimmung vor Allem in der Innervirung, dann im allgemeinen Verlauf und der Beziehung zu den Zungenbeinradien, in der ventralen Vereinigung und der Befestigung der ventralen Hälfte am Unterkiefer. Ganz speciell sogar an *Scymnus* und *Acanthias* erinnern die breite Sehne, welche hier  $Cs_1$  u.  $_2$  von einander trennt und gleichwie dort der Stelle aufliegt, wo die mittleren Kiemenstrahlen des Hyoidbogens an ihren verbreiterten Basen mit einander verschmolzen sind, und der Ursprung einerseits von der hinter dem Kopfe sich ausbreitenden Fascie, anderseits von der Wirbelsäule, zwischen *Vagus* und ersten Spinalnerven hervortretend — mit dem Unterschiede nur, dass diese beiden, dort hinter einander folgenden Ursprünge hier, entsprechend der Verkürzung des ganzen Kiemenkorbes, sich über einander geschoben haben und nun eher wie zwei differente, erst nachträglich zur Vereinigung gelangte Schichten aussehen.

Von ihren Beziehungen zum Trapezium wird später die Rede sein. — Selbst dafür, dass der oberflächliche Constrictor nach hinten hin mit dieser Portion abschliesst oder wenigstens diejenigen der Kiemenbogen nicht mehr an die Oberfläche treten, wie bei *Hep-tanchus*, findet sich der Anfang bei *Scymnus* und *Acanthias* insofern angedeutet, als an der Bauchseite die hinter *Csv<sub>2</sub>* folgenden Portionen nicht mehr median zur Vereinigung gelangen, sondern seitlich von den ventralen Längsmuskeln mit den *Mm. inter-branchiales* endigen.

Dagegen fehlt dem *Constrictor superficialis* von *Chi-maera* vollständig jener Theil der ventralen Hälfte, welcher bei den Selachiern, von unten her bedeckt durch die am Unterkiefer sich befestigende Schicht (*Csv<sub>2</sub>*), an den Unterrand des *Cerato-hyale* geht und eigentlich nur in der Mittellinie mit ersterer zusammenhängt, — ein Verhältniss, das nach der am angeführten Orte (S. 439) gegebenen Begründung so aufgefasst werden muss, dass die letztere Portion den ursprünglichen, dem Zungenbeinbogen zukommenden Abschnitt repräsentirt, während *Csv<sub>2</sub>* eine secundär durch Verlagerung der Insertion auf den Unterkiefer entstandene Bildung ist. In der That zeigte sich auch das Maass der Reduction jener tiefern Lage, jeweils entsprechend der zunehmenden Grössen-verschiedenheit zwischen den beiden morphologisch gleichwerthigen Skeletstücken, am geringsten bei *Scymnus*, am grössten bei *Hep-tanchus*. — Der untere Abschnitt des Hyoidbogens von *Chi-maera* verbirgt sich fast vollständig hinter dem breiten Unterkiefer; es ist also nicht anders zu erwarten, als dass die tiefere Lage noch mehr reducirt und zugleich von der oberflächlichen noch vollständiger getrennt erscheinen werde.

Diese tiefere Lage vertritt hier offenbar der *M. hyoideus inferior*. Seine Innervirung durch den *R. hyoideus Facialis*, welcher längs seiner Vorderseite herunterläuft, während die zugehörige Kiemenarterie hinter ihm liegt, sein Ursprung am *Ceratohyale* und sein Verlauf nach innen und vorn setzen ihn unmittelbar in Parallele mit der erwähnten Portion der Selachier. Wesentlich abweichend sind nur die Insertion und die Beziehungen zu den nächst benachbarten Muskeln: zwar besteht für die hintere Hälfte der Fasern noch die mediane Vereinigung mit dem Genossen der andern Seite, sogar ein theilweiser Faseraustausch; die vordere Hälfte aber, statt sich an *Cs<sub>1</sub>* und durch dessen Sehnenstreifen medial im Kinnwinkel zu befestigen, läuft gerade nach vorn zu einem lateral gelegenen Punkt des Unterkiefers, wodurch der



Hyoideus inf. aus einem Quermuskel zu einem ausgeprägten Längsmuskel wird, und zweitens hat sich zwischen diesen und den oberflächlichen Constrictor die breite Insertion des Coracomandibularis eingeschoben, welche bei den Selachiern durchweg oberhalb beider Constrictorportionen liegt, von unten her durch beide bedeckt wird. Dies Verhältniss ist, sofern man nicht eine vollständige Neubildung des medialen Endes des Hyoideus inf. und gleichzeitigen Schwund des bisher vorhandenen annehmen will, nur so zu erklären, dass man auf einen früheren Zustand zurückgeht, wo am Zungenbeinbogen ungefähr dieselbe Anordnung der Ringmuskulatur bestand wie heute an den Kiemenbogen von *Heptanchus*: Constrictor superficialis und Interbranchialis noch nicht von einander getrennt, aber ventral am medialen Ende in je eine oberflächliche hintere und eine tiefe vordere Portion auseinandergehend, zwischen denen die einzelnen Abtheilungen der ventralen Längsmuskulatur nach vorn durchtreten (vgl. l. c. Taf. XV, Figg. 7 und 9). Von diesen beiden Portionen hat sich bei *Chimaera* nur die tiefe vordere in unmittelbarem Anschluss an den Hyoidbogen erhalten, als Hyoideus inf.; die hintere ist, wohl hauptsächlich in Folge der starken Entfaltung des *M. coraco-mandibularis*, von ersterer und vom eigentlichen Zungenbeinbogen abgedrängt worden, mit dem sie jetzt nur noch, als unsere Constrictorportion  $Cs_1$ , durch Vermittlung seiner Kiemenstrahlen zusammenhängt. — Ob auch für die Selachier jemals ein solches Verhalten des Constrictors am Hyoidbogen bestanden hat, wie es hier für *Chimaera* postulirt werden konnte, — zu der Zeit etwa, als dieser sowie der Kieferbogen noch kaum stärker entwickelt waren als die Kiemenbogen —, oder ob die citirte Bildung bei *Heptanchus* selbst erst secundär erworben wurde, sodass zwischen dieser und der für *Chimaera* vorausgesetzten keine wirkliche Homologie, sondern nur eine Analogie bestünde, muss hier dahingestellt bleiben; eine bejahende Antwort auf die erstere Frage könnte nur die Auffindung einer tiefen, zwischen Coraco-mandibularis und Coraco-hyoideus eindringenden Constrictorportion am Zungenbeinbogen eines Selachiers mit schwach entwickeltem Unterkiefer geben. —

Aehnliches wie an der ventralen Hälfte des in Rede stehenden Constrictorabschnitts ist auch an seiner dorsalen Hälfte geschehen. Bei den Selachiern ging dieselbe entweder — und das entsprach dem ursprünglichen Verhalten — hauptsächlich an das Hyomandibulare und nur mittelbar oder mit wenigen Fasern an

den Oberkiefer (*Scymnus* und *Acanthias*), oder aber ausschliesslich an letzteren, mit Ueberspringung des kleinen, hinter diesem verborgenen und nicht als Kieferstiel dienenden Epihyale (*Hep-tanchus*). Bei *Chimaera* ist der ganze Zungenbeinbogen nicht so rudimentär wie im letztern, aber doch auch nicht Träger des Unterkiefers wie im erstern Falle, er ist vielmehr nach hinten und innen von dem das Palatoquadratum repräsentirenden Schädelabschnitt gerückt. Dem entsprechend hat das Epihyale zwar seinen Antheil an der Constrictorportion dieses Bogens behalten, in Gestalt des *M. hyoideus sup.*; derselbe löste sich aber gleichfalls von der oberflächlichen, secundär über ihn hinweg gewachsenen Hauptmasse des Muskels ganz ab und verlegte seinen Ursprung von der Aussenseite des Schädels resp. der Rückenmusculatur allmählich an die Hinter- und Unterseite des ersteren. — Die Innervirung des Muskels durch den *R. hyoideus Facialis* setzt schliesslich seine Homologie mit dem ursprünglichen, dem Hyoidbogen angehörigen Constrictorabschnitt ausser Zweifel.

Wir können sonach die Veränderungen, welche die Hyoidbogenportion des allgemeinen Constrictors erlitten hat, in folgendem Gesamtbild vorführen:

1. Die ganze Portion schied sich in eine tiefe, dem ursprünglichen Zustand entsprechende und eine oberflächliche, secundär entstandene Schicht, was ungefähr der bei den Selachiern nur an den Kiemenbogen eingetretenen Differencirung in *Interbranchiales* und *Constrictor superfic.* zu vergleichen ist.

2. Erstere verlor ihre Continuität längs des Bogens und zerfiel in einen dorsalen und einen ventralen Abschnitt, welche beide als ziemlich unbedeutende Muskeln neue Befestigungspunkte erlangen, jener unter der Augenhöhle, dieser zum Theil lateral am Unterkiefer, longitudinalen Verlauf annehmend, während er zum andern Theil die ursprüngliche Anordnung conservirt.

3. Die stärkere oberflächliche Schicht verliert ganz den Zusammenhang mit dem Hyoidbogen, verbreitert sich mit der Ausbildung eines Kiemendeckels nach hinten hin über die ganze Kiemenhöhle, nach vorn hin bis an den Palatoquadrattheil des Schädels und an den Unterkiefer, an diesen Theilen sich befestigend; am dorsalen Ende ordnen sich die bei Selachiern hinter einander folgenden Ursprünge (vorn oberflächlich von der Rückenfaszie, hinten aus der Tiefe kommend von der Wirbelsäule) derart an, dass beide die volle Breite des Muskels einnehmen, was den Anschein

hervorbringt, als ob dieser sich in eine äussere aponeurotische und eine innere musculöse Schicht gespalten hätte.

Der besprochenen Hauptmasse des Constrictor superfic. schliessen sich nach vorn hin zwei musculöse Theile an,  $Cs_4$  u.  $_5$ , und theilweise als Fortsetzung derselben eine derbe continuirliche Fascie, welche zusammen die ganze vordere Hälfte des Kopfes bedecken.  $Cs_4$  u.  $_5$  werden aber beide noch vom Facialis versorgt, sind demnach jedenfalls als Theile der Zungenbeinbogenportion des Constrictors zu beurtheilen, die sich blos etwas weiter nach vorn ausgebreitet und dem entsprechend in Verlauf und Lage differencirt haben (den Uebergang hiezu scheint *Callorhynchus* zu vermitteln; vgl. die Abbildung bei Stannius und die Anmerkung oben S. 439). Es kann also auch nicht etwa an eine Vergleichung derselben mit dem *Levator maxillae sup.* der Selachier gedacht werden, welcher dort den vordersten mit Sicherheit nachweisbaren Abschnitt des ganzen Constrictorsystems, die dorsale Hälfte der dem Kieferbogen zukommenden Portion darstellt und demgemäss auch vom Unterkieferast des Trigemini innervirt wird. Dagegen fand sich bei *Scymnus* und *Acanthias* am Kiefergelenk ein dünnes Faserbündel des  $Csv_2$ , das sich nach aussen abhebt und in eine breite, den *Adductor mandibulae* fast ganz bedeckende Fascie übergeht, theilweise aber auch sich direct in einen nach vorn und oben zum hintern Augenwinkel ziehenden halbsehnigen Muskel fortsetzt; bei *Heptanchus*, wo nur das letztere Gebilde vorkommt, entspringt dasselbe theils vom Adductor mand., theils vom Palatoquadratum selbst<sup>1)</sup>; — und es wurde dort schon (l. c. S. 448) darauf hingewiesen, dass dieses Vorkommniss wahrscheinlich „den letzten Rest desjenigen Theils des oberflächlichen Constrictors darstelle, welcher dem Kieferbogen und den vor diesem liegenden Visceralbogen resp. Metameren ursprünglich zukam.“ Mit noch grösserm Rechte darf wohl die bis weit vor die Augenhöhle reichende, sogar die Nasenkapsel seitlich überdeckende Fascie von *Chimaera* in diesem Sinne gedeutet werden, als Aequivalent also eines freilich rudimentären, des musculösen Charakters gänzlich verlustig gegangenen Constrictorabschnitts, der früher die Gegend des Kieferbogens und wahrscheinlich noch mindestens eines davor liegenden Visceralbogens ebenso umgürtete, wie es der Haupttheil des Constrictors am Zungenbeinbogen thut. — Dass von den ersterwähnten musculösen Theilen  $Cs_4$  nach Gestalt, Lage

<sup>1)</sup> (vgl. l. c. Taf. XIV, Fig. 1 u. 3, *Addy*.)

und Richtung ausserordentlich dem Bündel von Scymnus und Acanthias,  $Cs_5$ , besonders noch durch seinen Ursprung von der hintern Unterkieferecke demjenigen von Heptanchus gleicht (— das vom Coraco-mandibularis an  $Cs_5$  tretende Faserbündel ist offenbar eine unvergleichbare Neubildung), sei hier blos nebenbei erwähnt, ohne damit etwa behaupten zu wollen, dass hier zwei Ausbildungsformen einer gemeinsamen Grundlage combinirt vorkämen, die bei den Selachiern nur getrennt zu finden waren.

Endlich wäre noch  $Cs_3$  zu besprechen, jene dünne Muskelschicht in der hintern Kiemenhöhlenwand, die sich von hinten und innen her mit dem tiefen Abschnitt von  $Cs_2$  vereinigt. Hiefür lässt sich aber bei den Selachiern nirgends auch nur von ferne ein Analogon aufzeigen, und da die Innervirung des Muskels leider nicht ermittelt ist, so muss die Frage nach dessen Bedeutung offen gelassen werden.

Sehen wir uns anderseits nach den hinter dem Constrictor folgenden, den Kiemenbogen angehörenden Resten der Ringmuskulatur um, die bei den Selachiern schon mehr oder weniger scharf in Constrictor superficialis und Interbranchialis geschieden war, so finden wir von ersterer Differencirung hier keine Spur mehr, was sich aus den Veränderungen, welche die Kiemenbogen selbst erlitten haben, leicht erklärt. Diese sind näher zusammen und unter den Hinterkopf gerückt, verhältnissmässig kleiner geworden; der letzte (5.) ist fast ganz verkümmert, der vierte trägt blos noch eine halbe Kieme; und anderseits hat der vom Zungenbeinbogen aus entwickelte Kiemendeckel einen Abschluss jeder einzelnen Kiementasche nach aussen hin durch ihren eigenen Constrictor und Kiemendeckel überflüssig gemacht. Durch all dies wurde nothwendig eine Abnahme der hinter der Hyoidbogenportion oberflächlich zu Tage tretenden Constrictorabschnitte (des eigentlichen Constrictor superficialis der Selachier) bedingt, so dass schliesslich nur noch die in den Septen der Kiementaschen liegenden Abschnitte, d. h. die Mm. interbranchiales, erhalten blieben. Aber auch diese, denen bei den Selachiern wohl nur eine Unterstützung der Wirkung des oberflächlichen Constrictors zukommt, mussten sich mit dem Wegfall dieser Function gleichfalls reduciren, bis dann, und zwar nur an den drei vordersten Bogen, blos noch der innerste Theil als schwächtiger, spindelförmiger, mit beiden Enden unmittelbar am Kiemenbogen befestigter Muskel übrig bleibt, wie wir ihn bei Chimaera vorfinden, wo er höchstens eine schwache Streckung des ganzen Bogens zu bewir-

ken vermag. — Seine Lagebeziehungen zum Nerv und zur Arterie des zugehörigen Bogens stellen übrigens seine Homologie mit dem Interbranchialis der Selachier ausser Zweifel. — Ich brauche wohl kaum noch beizufügen, dass als Vorstufe dieser Bildung nicht etwa das bei den meisten Selachiern zu treffende Verhältniss angenommen werden darf, wo jede Constrictorportion an ihrem äussern (hintern) Rande bis auf das kleine Kiemenloch mit der Vorderfläche der nächst hintern Portion verwachsen ist, sondern nur ein Zustand ähnlich demjenigen von *Heptanchus* mit noch weit geöffneten Kiemenspalten und freien Scheidewänden der Kiementaschen.

Dass der *M. trapezius* der Selachier mit zum System der äussern Ringmuskulatur gehört, konnte l. c. S. 431 und folg. mit ziemlicher Bestimmtheit nachgewiesen werden. Die bei *Chimaera* als *Trapezius superficialis* und *profundus* bezeichneten Muskeln anderseits zeigen im Wesentlichen dieselben Verhältnisse wie der erstgenannte Muskel dort, dürfen also wohl ohne Weiteres mit demselben verglichen werden. Man denke sich nur den Kiemenkorb von *Acanthias* z. B. erheblich verkürzt und den Schultergürtel dadurch an den Schädel herangerückt, so wird der Ursprung des Trapezius von selbst auf die Aussen- und Hinterseite des Schädels verlegt, zugleich aber auch das vorderste Faserbündel desselben durch den tiefen, von der Wirbelsäule herkommen den Ursprungstheil der Hyoidbogenportion des Constrictors von der Hauptmasse des Muskels gleichsam abgespalten, besonders wenn sich, wie bei *Chimaera* geschehen, dieser tiefe Ursprung über die ganze Breite zwischen Schädel und Schultergürtel ausdehnt. Der selbständige *Trapezius profundus* entspricht sonach ungefähr dem bei den Selachiern erst an der Insertion sich ablösenden, zum obern Ende des V. resp. (bei *Heptanchus*) VII. Kiemenbogens gehenden Bündel dieses Muskels.

Dem scheint freilich die Innervirung einigermaassen zu widersprechen: bei *Scymnus* wurde (l. c. S. 428) Eindringen von Zweigen des *R. intestinalis Vagi* in den Muskel beobachtet; bei *Chimaera* wird der *Trapezius superficialis* durch gleichwerthige Zweige, der *Tr. profundus* dagegen durch einen Zweig des dritten Kiemenastes des Vagus versorgt (welcher übrigens, da der schwache vierte Kiemenast mit dem dritten fast in seiner ganzen Länge vereinigt bleibt, wohl eigentlich dem ersteren zuzurechnen ist). Nachträglich fand ich jedoch bei genauer Präparation eines andern Selachiers (*Prionodon glaucus*), dass gerade jenes vor-

derste, am letzten Kiemenbogen sich inserirende Bündel des Trapezii seine Nerven nicht vom Truncus intestinalis, sondern von dem für den letzten Interbranchialraum bestimmten Vagusast empfängt, — wodurch denn die vollste Uebereinstimmung mit dem Befunde bei Chimaera dargethan ist.

---

### Lippenknorpelmusculatur.

Die beiden hierher gehörigen Muskelgruppen, der vordere und hintere *Levator anguli oris* und die beiden *Labiales*, haben freilich nur das gemeinsam, dass sie sich an den Lippenknorpeln befestigen und vom R. maxillaris inf. des Trigeminus innervirt werden. Im Uebrigen sind sie nach Gestalt, Ursprung und Lage so verschieden, dass man viel eher geneigt sein möchte, erstere als oberflächliche Differencirung des Kiefermuskels, letztere als eigenthümliches Labialmuskelsystem aufzufassen; und wenn sie hier im Anschluss an die allgemeine Ringmusculatur besprochen werden, so geschieht es fast nur, weil sie sonst nirgend anders unterzubringen sind.

Die Selachier bieten zum Vergleich damit einmal den als *Levator max. sup.* bezeichneten vordersten Abschnitt des allgemeinen Constrictors, welcher dort hinter der Orbita entspringt, zur Basis des Palataltheils des Oberkiefers geht und vom dritten Ast des Trigeminus innervirt wird, und zweitens jenen schwachen, spindelförmigen, nur Scymnus und Acanthias zukommenden Muskel<sup>1)</sup>, der von der Unterseite des Schädels vor dem Munde ausgeht, sich an den Maxillarknorpel anlegt, dann aber mit dem grossen Adductor verschmilzt und mit ihm am Unterkiefer sich befestigt, vom zweiten Trigeminusast versorgt wird und nach Allem wahrscheinlich als Abkömmling einer früher zwischen Kiefer- und Lippenknorpelbogen ausgespannten Constrictorportion zu beurtheilen ist. — Es ist nun sehr wohl denkbar, dass bei einer Form wie Chimaera, wo das Palatoquadratum nicht in kolossaler Entfaltung unter und neben dem Schädel vorwuchs, sondern früh mit diesem verschmolz, der vorderste Constrictorabschnitt sich auch über die Aussenseite des ganzen Oberkiefers sammt dem darauf liegenden Adductor erstreckte, worauf erst secundär die dem *Levator max. sup.* der Selachier entsprechende hintere Hälfte an ihrem ventralen Ende mit den Lippenknorpeln in innigere Bezie-

---

<sup>1)</sup> Vgl. l. c. Taf. XIV, Fig. 3 und Taf. XV, Fig. 6, *Addß.*

hung trat und mit diesen allmählich auf das rudimentäre Gebilde reducirt wurde, welches jetzt den *Levator ang. oris* darstellt; während anderseits die vordere Hälfte, ähnlich dem *Addß* von *Acanthias*, als muscloses Verbindungsglied zwischen den Lippenknorpeln und dem Unterkiefer fortbestand und hier in die beiden kleinen *Labialis ant.* und *post.* zerfiel.

Damit steht die oben dargelegte Anschauung, dass auch die mit *Cs<sub>4</sub>* u. *5* zusammenhängende Fascie der vordern Gesichtshälfte als Aequivalent einer Constrictorportion zu beurtheilen sei, keineswegs in Widerspruch: wie am Zungenbeinbogen und beim Trapezium durch Uebereinanderwachsen zweier anfänglich hinter einander liegender Muskeltheile zwei scheinbar ganz differente Schichten entstehen konnten, so auch hier. Gewichtiger wäre der Einwurf, dass die Labialmuskeln von *Chimaera* durch den dritten, *Addß* der Selachier aber durch den zweiten Trigeminasast versorgt wird — wenn nicht die Möglichkeit zugegeben werden müsste, dass ein vom Anfang des einen Astes entspringender Zweig leicht auf den andern übergehen kann.

Hienach dürfen wir also, wenn auch keineswegs mit Bestimmtheit, so doch mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die Lippenknorpelmusculatur von *Chimaera* auf denselben Ursprung zurückzuführen ist wie die genannten Muskeln der Selachier, auf Theile des Constrictors, welche dem oder den vor dem Kieferbogen liegenden Metameren angehört haben.

Des *M. protractor arc. branch.* sei hier noch mit wenigen Worten gedacht. Er entspricht offenbar durchaus dem *M. subspinalis* der Selachier<sup>1)</sup>, lässt sich aber ebenso wenig wie dieser als Glied einer grössern Reihe auffassen. Indessen gibt die für *Chimaera* ermittelte Innervirung desselben durch den dritten *R. branch. Vagi* einigen Anhalt dafür, dass dieser Muskel wenigstens nicht eine Differencirung der Rumpfmusculatur, sondern einen Theil der eigentlichen Kiemenmusculatur darstellt.

## II. System der Adductoren.

Die an der Innenseite der drei ersten Kiemenbogen vom Epibranchiale zum Ceratobranchiale ziehenden *Adductores arc. branch.* entsprechen genau den gleichnamigen Muskeln der Se-

<sup>1)</sup> Vgl. l. c. S. 444.



lachier; die am IV. u. V. Kiemenbogen befindlichen dagegen erinnern durch ihren Ursprung am Pharyngobranchiale III sowie dadurch, dass die zwei hintersten Bündel zwischen diesen beiden letzten Bogen ausgespannt sind, vielmehr an die Interarcuales der Selachier, wobei freilich der Unterschied besteht, dass diese letzteren durchweg einen nach unten und vorn gegen das Epibranchiale des nächst vordern Bogens gerichteten Verlauf nehmen. Immerhin darf man wohl in dieser Vermengung der Charaktere zweier Muskelsysteme, die sonst streng gesondert auftreten, einen neuen Hinweis auf die früher (l. c. S. 444 und 446) geäußerte Vermuthung erblicken, es seien die sämtlichen Muskeln der Visceralbogen, bloß mit Ausnahme der ventralen Längsmusculatur, aus einer gemeinsamen Ringfaserschicht hervorgegangen, die erst mit der Gliederung der Bogen in die heute bestehenden Gruppen zerfiel; und es begreift sich dann zugleich, warum Chimaera das System der Adductoren in so reicher Entfaltung zu besitzen, der Interarcuales dagegen ganz zu entbehren scheint.

Der Adductor mandibulae bietet keinerlei Schwierigkeiten. Durch die Verschmelzung des Palatoquadratus mit dem Schädel ging sein Ursprung auf letzteren über und breitete sich an dessen Aussenfläche nach vorn und oben hin aus, während gleichzeitig das am Unterkiefer befestigte Ende seinen Antheil an der grossen Muskelmasse verlor und mehr den Charakter einer zugespitzten sehnigen Insertion erlangte. Bei Callorhynchus ist der Muskel möglicherweise in eine vordere und eine hintere Portion zerfallen (vgl. oben S. 442, Anmerkung 2).

---

### III. System der ventralen Längsmuskeln.

Was dieses System bei den Selachiern auszeichnete: vor Allem Innervirung von hinten her, durch die beiden ersten Spinalnerven, sodann Gliederung in einzelne Bündel für die distalen Enden der Visceralbogen, aber mehr oder weniger inniger Zusammenhang am Ursprung vom Coracoid, ziemlich massige Entwicklung aller Theile, etc. — kehrt auch hier fast genau so wieder; selbst die queren sehnigen Inscriptionen sind wenigstens durch die sehnige Unterbrechung des Coraco-hyoideus repräsentirt. Die vorhandenen Abweichungen sind so untergeordneter Art und erklären sich so leicht aus der Umbildung der betreffenden Skelettheile, dass es eines näheren Eingehens darauf nicht bedarf.

Als allgemeines Ergebniss dieser Vergleichung können wir hinstellen, dass die Kiemen- und Kiefermusculatur von Chimaera sich ihren wesentlichsten Zügen nach in den Rahmen fügt, den uns bereits die Vergleichung der Selachier vorgezeichnet hatte. Zum Theil zeigte sich sogar eine weitgehende Uebereinstimmung mit speciellen Einrichtungen bei der einen oder andern Form, meistens jedoch, wenn man von den für Chimaera eigenthümlichen, durch die Verhältnisse des Skelets bedingten Besonderheiten absieht, Anlehnung gerade an jenen einfachern oder ursprünglicheren Zustand, der unter den Selachiern selbst bald hier, bald dort, am ehesten noch bei Heptanchus einigermaassen „ungefälscht“ erhalten ist. In einzelnen Fällen endlich wurden wir auf eine Entwicklungsstufe zurückverwiesen, die noch weniger specialisirt und differencirt erschien als bei irgend einem der untersuchten Selachier, eine Stufe jedoch, welche in ihren Grundzügen hypothetisch zu reconstruiren bereits die vergleichende Betrachtung der letzteren Anlass gegeben hatte.

## B. *Acipenser sturio*.

### Einiges über das Kopfskelet.

Der Stör bietet insofern einen vollkommenen Gegensatz zu *Chimaera* dar, als das *Palatoquadratum* bei dieser mit dem Schädel verschmolzen und der Unterkiefer sehr massig entwickelt ist, hier dagegen der ganze Kieferapparat sehr rückgebildet, ganz seiner Verbindung mit dem Schädel enthoben, weit von ihm abgerückt und *in toto* beweglich erscheint. Anderseits tritt der Zungenbeinbogen dort ziemlich in seiner ursprünglichen kiemenbogenähnlichen Gestalt auf und hat mit der Befestigung des Unterkiefers Nichts zu thun, während er hier aus mehreren relativ sehr grossen Stücken besteht, von denen die drei oberen als Kieferstiel fungiren. Bei den Stören hat sich ferner ein wenngleich sehr kleines Spritzloch mit rudimentärer Pseudobranchie erhalten. Dagegen stimmen beide Formen hinsichtlich der Gestaltung der Kiemenhöhle und der Kiemenbogen der Hauptsache nach überein: das die erste halbe Kieme (Neben- oder Opercularkieme) tragende Septum des Zungenbeinbogens erstreckt sich als Kiemendeckelmembran über alle Kiemenbogen hinaus nach hinten, ohne jedoch (bei den Stören wenigstens) von knorpligen oder knöchernen Rädien des Zungenbeinbogens gestützt zu sein, vielmehr lagern sich derselben von aussen ein oder mehrere Hautknochen auf.

Was die Verhältnisse der Visceralbogen im Einzelnen betrifft, so ergeben sich bei Vergleichung der beiden gewöhnlichsten Störarten, *A. sturio* und *A. ruthenus*, ziemlich erhebliche Unterschiede; da nun aber die in die Lehr- und Handbücher aufgenommenen Abbildungen des Kopfskelets der Störe sämtlich Copien der von Joh. Müller in seiner „Vergleichenden Anatomie der Myxinoïden“, I. Th., Taf. IX, Figg. 10 und 11 gegebenen Darstellung von *A. ruthenus* sind (blos in Gegenbaur's „Grundriss der Vergleichenden Anatomie“, 2. Aufl. S. 459, Fig. 213 findet sich eine

Abbildung des Kopfskelets von *A. sturio* <sup>1)</sup>, so bedarf es zum Verständniss des Folgenden eines kurzen Hinweises auf die wesentlichsten Abweichungen der beiden Formen.

Dieselben beruhen hauptsächlich darauf, dass bei *A. ruthenus* die Ausbildung von Hautknochen und deren Verbindung mit Skelettheilen sowie auch die Verknöcherung dieser selbst viel weiter geht als bei *A. sturio*. Hier umgreifen die Belegknochen das Auge nur von oben, von vorn und kaum von unten, dort dagegen zieht sich eine continuirliche schmale Knochenplatte von der Seite des Rostrums her unter der Orbita weg bis zur Verbindungsstelle von Symplecticum, Palatoquadratum und Unterkiefer, um hier mit dem untern Ende einer postorbitalen Hautverknöcherung zusammenzutreffen. Durch diese knöchernen Spangen wird aber der ganze Kieferapparat, der bei *A. sturio* frei nach vorn verschiebbar ist, hier von beiden Seiten her gleichsam eingeklemmt und wenigstens nach vorne hin fixirt. — Am Palatoquadratum des Störlets unterscheidet J. Müller <sup>2)</sup> einen unpaarigen und einen paarigen Gaumenknorpel und von knöchernen Theilen ein Gaumenknochenstück, ein Marginalstück (oder Kiefer), ein seitliches Verbindungsstück und ein Mundwinkelstück. Beim Stör sind diese Stücke theils gar nicht besonders verknöchert, theils haben sie ganz andere Gestalt bekommen, wie namentlich das spangenförmige Mundwinkelstück. — Der Zungenbeinbogen des Störlets besitzt ein kleines knorpeliges oberstes Gliedstück <sup>3)</sup>, das dem Stör fehlt; das zweite (knöcherne) und das dritte (knorpelige) Stück dort erscheinen hier als ein einziges längliches, oben schmales aber dickes, unten breites und flaches Hyomandibulare, das nur in der obern Hälfte einen dünnen Knochenbelag zeigt. Mit seinem untern Ende sind das nach vorn und oben gehende Symplecticum (Sy) und das Hyoidstück beweglich verbunden. Am medialen Ende des letzteren folgt beim Stör beiderseits noch ein kleines knorpeliges innerstes Glied, aber keine Copula. — Auf der Kiemendeckelmembran liegen bei *A. ruthenus* eine grosse obere und zwei kleinere untere Knochenplatten; jene

---

<sup>1)</sup> Fr. Rosenthal gibt zwar (Ichthyotomische Tafeln, Berlin 1812—1825; Tab. XXIV, Fig. 1) eine Seitenansicht des ganzen Störskelets; dieselbe ist aber so klein und wenig genau, dass nicht viel daraus zu lernen ist. Besser, wenngleich nicht sehr anschaulich, sind die Abbildungen vom Kiefergerüst (ibid. Figg. 2 u. 3).

<sup>2)</sup> loc. cit. p. 210, und Erklärung zu Taf. IX.

<sup>3)</sup> bei J. Müller l. c. mit M<sub>1</sub> bezeichnet.

stösst fast unmittelbar an die Seite des Schädeldaches und bedeckt theilweise noch das obere knöcherne Hyomandibularstück; die unterste steht durch ein starkes Ligament mit dem Symplecticum und den sub- und postorbitalen Hautknochen in fester Verbindung. *A. sturio* weist an Stelle dieses ganzen Apparates nur einen einzigen schmalen Belegknochen auf der Mitte der Kiemendeckelmembran auf, der nach keiner Seite hin an Skelettheile stösst oder an solche festgeheftet ist.

Von den fünf Kiemenbogen bestehen die ersten beiden aus einem kleinen, gablig getheilten obersten Gliede, einem obern und einem (sehr grossen) untern Mittelstück (*Ebr* und *Cbr*) und einem kurzen Hypobranchiale; dem dritten fehlt das oberste Glied, dem vierten, der die letzte (halbe) Kieme trägt, auch das Hypobranchiale (*Hbr*); der fünfte ist ein einfacher ventraler Knorpelstab: — im Wesentlichen also, abgesehen vom Mangel der Pharyngobranchialia des III. und IV. Bogens, dieselben Verhältnisse wie bei den Knochenfischen.

Der Schultergürtel ist der Occipitalregion des Schädels angeheftet und gestattet keine Bewegung seines Scapulartheils mehr. Die Belegknochen des Coracoids springen ventral weit nach vorne vor; senkrecht nach innen und oben aufsteigende Knochenlamellen dienen der starken ventralen Längsmusculatur als Ursprungsfläche.

---

### Beschreibung der Musculatur.

Im Ganzen lassen sich hier dieselben Muskelgruppen beibehalten, die für *Chimaera* aufgestellt wurden, mit dem Unterschiede freilich, dass dem Stör sowohl die Labial- als die Kopf-Schultermuskeln vollständig fehlen, dafür in andern Gruppen einige neue Differencirungen dazukommen, wie folgende Uebersicht ergibt:

- I. *Constrictor superficialis*.
- II. Kiefermusculatur.
  - 1. *M. adductor mandibulae*.
- III. Muskeln des Hyoidbogens.
  - 1. *M. protractor hyomandibularis*.
  - 2. *M. retractor hyomandibularis*.
  - 3. *M. opercularis*.
- IV. Muskeln der Kiemenbogen.
  - 1. *Mm. interbranchiales*.

2. Mm. levatores arc. branch.
  3. Mm. adductores arc. branch.
  4. Mm. interarcuales ventrales.
- V. Ventrale Längsmusculatur (*Coraco-arcuales*).
1. M. branchio-mandibularis.
  2. Mm. coraco-arcuales ant. et post.

## I. M. constrictor superficialis

( $Cs_1 - 6$ ; Taf. XII, Fig. 2 u. 4).

Als ziemlich derbe und wohlabgegrenzte Schicht erscheint ventral nach Wegnahme der Haut ein breiter flacher Muskel, der, in der Mediane am schmalsten, mit divergirenden Faserbündeln nach beiden Seiten hin ausstrahlt und sich dabei theilweise in eine oberflächliche und eine tiefere Lage sondert.

Nehmen wir die ventrale Medianlinie, wo die beiderseitigen Fasern theils direct, theils vermittelt eines gerade von vorn nach hinten verlaufenden schmalen Sehnenstreifens in einander übergehen, als Ursprungsstelle an, so lassen sich folgende Portionen unterscheiden.

Fast zwei Drittheile von der Breite des ganzen Muskels wenden sich mit parallelem Faserzug schief nach aussen und vorn, um das Symplecticum herum nach oben, um hier in zwei übrigens nicht scharf gesonderte Portionen zu zerfallen. Die erste ( $Cs_1$ ) wendet sich stark nach vorn, wird schmaler und bald halbsehnig und inserirt sich mit dünner Sehne an dem unter dem Auge nach hinten vorspringenden Ende des lateralen Wulstes des Rostrum. Die hintere Partie ( $Cs_2$ ) schliesst unmittelbar an den Hinterrand der vorigen an, zieht aber mehr gerade nach oben und geht in eine starke breite Aponeurose über, die hinter und unter dem Auge sich ausdehnt, das schwammige Gewebe seitlich vom Kiefergerüst, zum Theil auch noch den grossen Kieferstielmuskel bedeckt, aber ohne bestimmte Insertion sich unterhalb des Schädeldaches im Bindegewebe und der Haut verliert.

Das hintere Drittel des ventralen Muskels spaltet sich sofort in zwei Hälften, von denen die vordere ( $Cs_3$ ), quer nach aussen ziehend, mit kurzer Sehne am lateralen Ende des Hyoidstücks des Zungenbeinbogens Befestigung findet, während die hintere ( $Cs_4$ ) mit schwach divergirenden Fasern nach hinten und aussen zum untern Rand und der Innenfläche des unregelmässig gestalteten Be-

legknochens der Kiemendeckelmembran (*O*) geht, z. Th. auch direct in diese selbst ausstrahlt.

Von der innern (oberen) Fläche der zweiten Portion *Cs*<sub>2</sub> löst sich ein schmales Muskelbündel (*Cs*<sub>5</sub>) ab, das halb von jener Portion verdeckt gerade nach aussen läuft und sich am hintern Rande des Hyoidstücks, gleich medianwärts von der Insertion von *Cs*<sub>3</sub>, in ziemlicher Ausdehnung befestigt.

Endlich kommt nach Beseitigung einer dünnen Fascie zwischen Unterkiefer und Vorderrand des eben beschriebenen Constrictors eine kleine Muskellage (*Cs*<sub>6</sub>) zum Vorschein, die sich auf den ersten Blick als ganz selbständige Bildung darstellt und ihrer Lage nach als *M. mylohyoideus* bezeichnet werden könnte. Sie besteht aus einer schmalen medianen Aponeurose, die sich von hinter der Mitte des Unterkiefers bis fast oberhalb der vordern Hälfte des grossen Constrictors nach hinten erstreckt, und aus dem daraus hervorgehenden rechts- und linksseitigen musculösen Abschnitt, dessen stark convergirende Fasern (so dass die hintersten sehr schief nach vorn, die vordersten fast quer nach aussen verlaufen) sich am Hinterrande des Unterkiefers, medianwärts von dessen breiter ligamentöser Verbindung mit dem Symplecticum, schmal inseriren. — Der hintern Hälfte dieses Muskels schliesst sich nun aber noch ein schwaches Faserbündel an, das sich von der obern (innern) Fläche der Vorderhälfte des Constrictors nahe der Mediane abgelöst hat — was schon für die Zusammengehörigkeit beider Bildungen spricht. Die sonstigen Gründe für die Einordnung dieses *M. mylohyoideus* (*Cs*<sub>6</sub>) in das System der Constrictoren sollen bei der Vergleichung erwogen werden.

Innervirung. Dieselbe wurde für diesen wie für mehrere andere Muskeln des Störs nicht mit genügender Genauigkeit ermittelt, da einmal die Verfolgung der Nerven neben der Untersuchung der Muskulatur gerade hier wegen der eigenthümlichen Beschaffenheit der Gewebe aussergewöhnliche Schwierigkeiten bietet, und da ich selbst bei der Bearbeitung des Störs noch nicht das Gewicht auf die Innervirung legte wie später; — ein zweites Exemplar ist mir leider seither nicht zugänglich gewesen. Dieser Mangel würde sich für die meisten Muskeln so gut wie völlig ausgleichen lassen durch Benutzung der genauen und zuverlässigen Angaben von Stannius<sup>1)</sup> über die Vertheilung der Kopfnerven, die es nur

<sup>1)</sup> Das peripherische Nervensystem der Fische, anatomisch und physiologisch untersucht von Dr. H. Stannius. M. 5 Taf. Rostock 1849. 4<sup>o</sup>.



in wenigen Fällen zweifelhaft lassen, welcher Muskel in der Beschreibung gemeint oder wie er innervirt sei, — wenn sich nicht ein anderer Uebelstand bei näherer Prüfung immer deutlicher herausgestellt hätte: obwohl Stannius in der Erklärung von Taf. IV, Figg. 3, 5, 6 und 8 (Spinalnervenzurzel und Sympathicus betreffend) das bezügliche Object ausdrücklich als „Stör: Accipenser Sturio“ bezeichnet — im Texte ist immer nur vom „Stör“ oder vom „Accipenser“ die Rede —, so kann doch angesichts seiner Aeusserungen über Skelettheile wie Musculatur kaum ein Zweifel sein, dass er wenigstens für die Untersuchung der Kopfnerven den *Acipenser ruthenus* oder eine diesem sehr ähnliche Form, jedenfalls aber nicht den *A. sturio* benützt hat. Die diese Vermuthung bekräftigenden Stellen sollen jeweils am entsprechenden Orte angeführt werden.

Ueber die Innervirung des oberflächlichen Constrictors findet sich bei Stannius loc. cit. keine bestimmte Notiz, was sehr befremden müsste, wenn eben dort *A. sturio* wirklich das Untersuchungsobject gebildet hätte. Wahrscheinlich sind aber Theile dieses Muskels bei *A. ruthenus* gemeint, wenn es S. 64 heisst: „Der *R. hyoideus N. facialis* . . . . endet mit ein paar Fäden in der Musculatur, die vom Unterkiefer und der Basis der Schnauze zum Zungenbein tritt, also im *m. genio-hyoideus*“; und ebenso S. 46: „Der *N. maxillaris inferior Trigemini* . . . . gibt andere Zweige ab, welche für den die beiden Unterkieferbogen an einander ziehenden Muskel und für den *m. genio-hyoideus*, sowie auch für die Haut des Kieferwinkels bestimmt sind.“ Beim Sterlet nämlich, wo die Hautverknöcherungen von der Basis der Schnauze so weit nach hinten reichen, dass sie mit dem Kiefergelenk und den untern Theilen des Zungenbeinbogens in unmittelbare Berührung treten, mag der vordere Theil des *M. constrictor* und speciell die beim Stör schon stark nach vorn gewendete erste Portion *Cs<sub>1</sub>* sehr wohl so ausgebildet sein, dass sie sich in der That an diesen Stücken befestigt und „vom Unterkiefer und der Basis der Schnauze zum Zungenbein“ zu gehen scheint, was denn auch die Benennung derselben als *m. genio-hyoideus* gerechtfertigt erscheinen lässt<sup>1)</sup>. — Der „die beiden Unterkieferbogen an einander ziehende

---

<sup>1)</sup> Hinsichtlich einer andern Möglichkeit, dass nämlich darunter ein Theil der ventralen Längsmusculatur zu verstehen sei, siehe weiter unten beim *M. branchio-mandibularis*.

Muskel“ wäre dann wohl das Homologon von  $Cs_6$ , unsers *M. mylohyoideus* (vielleicht allerdings auch eines selbständig gewordenen Bündels des *M. adductor mandibulae*, vgl. diesen; doch ist dies nicht wahrscheinlich).

Lassen wir nun einmal diese Auffassung gelten, so stimmt damit sehr gut die Innervirung des „*m. genio-hyoideus*“ durch den *R. hyoideus N. facialis*; denn  $Cs_1$  (nebst  $Cs_{2-5}$ ) entspricht unzweifelhaft dem ventralen Abschnitt der dem Zungenbeinbogen zukommenden Constrictorportion bei den Selachiern (dort mit  $Csv_2$  bezeichnet), der ebenfalls vom hintern Hauptzweige des *N. fac.*, also vom *R. hyoideus* versorgt wird. Anderntheils aber scheint die gleichzeitige Innervirung der unsern Portionen  $Cs_1$  und  $Cs_6$  gleichgesetzten Muskeln des Sterlets durch den *R. max. inf. Trig.* entschieden gegen diese unsere Annahme zu sprechen; hatte ich doch von einer Versorgung der vordersten ventralen Constrictorentheile bei Selachiern durch den dritten Trigeminasast nirgends Etwas finden können und deshalb gerade annehmen zu müssen geglaubt, die ursprünglich dem Kieferbogen angehörende Portion sei auf der Bauchseite vollständig verschwunden und erst nachträglich durch ein Uebergreifen der nächst hintern Portion auf den Unterkiefer scheinbar wieder ersetzt worden<sup>1)</sup>; — und auch Stannius sagt (loc. cit. S. 46, 47) von den Plagiostomen: „Der *R. maxillaris inferior* . . . theilt sich in einen hintern Ast (für den Kaumuskel) und einen vordern, welcher unter der Haut des Mundwinkels, unter den häutigen Bekleidungen des Unterkiefers und an seine Zähne sich vertheilt. Dieser letztere Zweig setzt sich bis zur Mittellinie des Unterkiefers fort.“ — Jetzt kann ich aber auf Grund neuerer Untersuchungen, die auf eine genaue Anatomie des peripherischen Nervensystems der Selachier abzielten, mit Bestimmtheit behaupten, dass bei *Sphyrna malleus*, *Prionodon glaucus*, *Scyllium canicula* und *Galeus canis* der am Unterkiefer entlang ziehende Ast des *R. max. inf. Trig.* kurz vor der Kinn-symphyse einen (allerdings sehr leicht zu übersehenden) Zweig nach hinten und innen abgibt, der über den Knorpel wegläuft und sich im vordersten, unmittelbar hinter dem Kinnwinkel ausgespannten Abschnitt des oberflächlichen Constrictors vertheilt, wobei er zahlreiche Anastomosen mit den feinsten Verzweigungen des *R. hyoideus*

---

<sup>1)</sup> Vgl. diese „Untersuchungen“ etc., I. Theil. Jen. Zeitschrift Bd. VIII, S. 439.

*N. fac.* eingeht. Dieser Theil des Muskels ist also jedenfalls als Rest der dem Kieferbogen zukommenden, vordersten Portion anzusprechen. Dass dieselbe sich bei den Ganoiden forterhalten habe, ist eine durchaus berechtigte Annahme, und dann muss sie gleichfalls vom *R. max. inf. Trig.* in Verbindung mit dem *R. hyoideus N. fac.* versorgt werden: wie dies eben Stannius für seinen *m. geniohyoideus* und das (wahrscheinliche) Homologon unserer Portionen  $Cs_1$  und  $Cs_6$  angibt. Und aus dieser Uebereinstimmung darf dann wohl auf die Richtigkeit der oben dargelegten Vergleichung zurückgeschlossen werden.

Für die Ermittlung der Nerven von  $Cs_{2-5}$  beim Stör fehlt jeder Anhalt; wahrscheinlich werden diese Theile — als Differencierungen der dem Zungenbeinbogen angehörigen Constrictorportion — sämtlich vom *N. facialis* versorgt.

Wirkung: Gleichzeitige Contraction sämtlicher Portionen des Muskels muss Verschliessung der Kiemenspalte und Verengung der Kiemenhöhle von unten her bewirken; zugleich aber wird, da doch die vorderste Portion die einzige ist, welche einen wirklich festen Insertionspunkt hat, und da dieser ziemlich weit vorn liegt, der ganze Kieferapparat nach oben und vorn gezogen und unter dem Rostrum vorgedrängt werden — eine Bewegung, die wesentlich durch den grossen Hebemuskel des Hyomandibulare unterstützt wird. Die Antagonisten der hintern Portionen sind der *Retractor hyomandibularis* und der *M. opercularis*, den vorderen steht die ventrale Längsmusculatur gegenüber. — Der *M. mylohyoideus* ( $Cs_6$ ) für sich allein wird, wie schon oben nach Stannius angenommen wurde, die lateralen Enden der beiden Unterkieferhälften an einander ziehen, d. h. den sehr stumpfen, nach hinten geöffneten Winkel, unter dem sie in der Ruhelage zusammenstossen, etwas verkleinern, also die Kinngegend vorschieben und die Mundöffnung vollständig schliessen. Sein Antagonist wäre sonach der schwache *M. branchio-mandibularis*.

---

## II. Kiefermusculatur.

### 1. *M. adductor mandibulae* (*Am*; Taf. XII, Fig. 2 und 4).

Der schwache platte Muskel nimmt seinen Ursprung von der obern Fläche des Palatoquadratum, und zwar beinah vom ganzen Umkreis der seichten Grube, welche vom hintern und medialen

Rande der knöchernen Gaumenplatte (*Gpl*, Fig. 4), vorn vom Marginalstück (*Mrg*) umgrenzt wird, und noch vom medialen Ende des spangenförmigen Mundwinkelstücks (*Mw*), das hier als Fortsetzung des Marginalstücks nach hinten, unten und aussen herabsteigt und dabei die distale Hälfte dieses Muskels überbrückt. Die Muskelfasern sammeln sich, stark convergirend, am lateralen Rande der Gaumenplatte zu einem schmalen rundlichen Bündel (wobei die vom Marginalstück kommenden Fasern sogar schief rückwärts zu verlaufen haben, während die Mehrzahl quer nach aussen oder selbst schief nach vorn zieht), und dieses, nachdem es sich unter der erwähnten Spange um den Rand der Gaumenplatte nach unten und innen umgeschlagen, inserirt sich kurzsehnig am vordern Rand des Unterkieferknorpels, längs des äussern Drittels. — Als besonderes Bündel lösen sich hievon die hintersten und äussersten Fasern ab, um sich ganz am lateralen Ende des Unterkiefers zu befestigen.

Innervirung: durch einen Zweig des *R. max. inf. Trigemini*, nach Stannius, loc. cit. S. 46: „Der eigentliche N. max. inf. tritt nach Abgabe mehrerer für Haut und Zellgewebe bestimmter Zweige . . . zu dem Muskel, welcher den Unterkiefer gegen den Oberkiefer-Gaumenapparat hin aufzieht, der also analog dem Kiefermuskel der Knochenfische ist, gibt diesem Muskel Zweige“ etc.

Wirkung: hebt den Unterkiefer und drückt ihn gegen die Marginalstücke des Gaumenapparats; das laterale Bündel mag zugleich die äussern Enden der Unterkieferhälften einander nähern und dadurch den Kinnwinkel etwas verkleinern und verschieben, woraus sich vielleicht ein Grund ableiten liesse, dieses Bündel für den schon oben (S. 470) erwähnten Muskel bei Stannius anzusprechen (welcher „die beiden Unterkieferbogen an einander“ zieht).

### III. Muskeln des Hyoidbogens.

#### 1. *M. protractor hyomandibularis* (*Ph*; Taf. XII, Fig. 2 und 4).

Aus der tiefen Grube, welche als Fortsetzung der Augenhöhle nach hinten an der Seite des Craniums bis zum Hyomandibulare sich erstreckt und durch die lateral vorragenden Schädeldeckknochen noch erheblich vergrössert wird, entspringt von knöchernen wie knorpeligen Theilen breit und mächtig diese rundliche Muskelmasse, vorn oben noch bis über den ganzen Bulbus und dessen

Muskeln vorgreifend; dieselbe verläuft mit parallelen Fasern nach unten und hinten und inserirt sich an der ganzen vordern, von unten nach oben breiter werdenden Fläche des Hyomandibulare, mit Ausnahme bloß der untersten Ecke und des obern Gelenkendes. — In dem an letzterer Stelle von Schädel, Hyomandibulare und diesem Muskel umgrenzten Winkel mündet der enge Spritzlochcanal nach aussen. — Das Loch für den Austritt des *Trigeminus* aus dem Schädel liegt innerhalb der Ursprungsfläche dieses Muskels, so dass jener erst das obere Ende des letztern an der Innenseite durchbohren muss, um unter dem Bulbus nach aussen und vorn zu gelangen.

Innervirung: vom *R. max. inf. Trig.*, oder genauer von dem noch ungetheilten Stamm des *Trigeminus*; vgl. Stannius l. c. S. 46: „Der starke Hebemuskel des Kiefersuspensoriums erhält einige direct aus dem Plexus des *N. trigeminus* hervorgehende Fäden“; und dazu *ibid.* S. 26: Bei Reizung der zweiten Wurzel des *Trigeminus* „erfolgt immer eine sehr lebhaftes Zusammenziehung des starken Hebemuskels des Kiefersuspensoriums, bei welcher auch der Bulbus oculi passiv mitbewegt wird.“

Wirkung: Eine Hebung des Kiefersuspensoriums, wie Stannius l. c. S. 26 in der Anmerkung behauptet, kann auf Contraction dieses Muskels kaum eintreten, wohl aber eine Vorwärts- und Aufwärtsdrehung seines untern Endes, wodurch einmal das Symplecticum und der ganze an diesem befestigte Kieferapparat nach vorn gedrängt und röhrenartig vorgestülpt wird — und darin dürfte die hauptsächliche Function dieses kräftigen Gebildes zu suchen sein —, während er zweitens den Kieferstiel etwas nach aussen bewegt, damit aber den Kiemendeckel abducirt, die Kiemenspalte öffnet <sup>1)</sup>. —

## 2. *M. retractor hyomandibularis* (*Rh*; Fig. 2).

Ein ziemlich getreues, nur durchweg verkleinertes Gegenstück zum vorigen bildet dieser dicke Muskel, welcher dicht hinter dem Kieferstiel und oberhalb des ersten Kiemenbogens von der Seite

---

<sup>1)</sup> Wenn Stannius jene erste wichtige Function des Muskels nicht erwähnt so kann das wieder nicht überraschen unter der Voraussetzung, er habe *A. ruthenus* und nicht *A. sturio* untersucht; denn bei jenem ist eine solche Bewegung des Kieferapparates allerdings unmöglich gemacht, indem die seitlichen Hautverknöcherungen in der oben (S. 466) geschilderten Weise an denselben herantreten. —

des Craniums sowie von der Unterfläche der vorspringenden Schädeldackknochen entspringt, nach unten und vorn zieht und sich am kürzeren hinteren Rande des Hyomandibulare, von dem nach hinten schauenden Winkel an aufwärts bis in die Höhe des Spritzlochs, inserirt.

Innervirung: durch den *R. opercularis N. facialis*; vgl. Stannius l. c. S. 61: „Bei *Accipenser* ist der entsprechende Nerv (*R. opercularis*) stark; . . . er ist vor Allem bestimmt für den starken Muskel, welcher vom Schädel, und zwar von hinten nach vorn gerichtet, zu dem obersten Stücke des Kiefersuspensorium sich erstreckt, welcher dieses Stück des Kiefersuspensorium hebt und das Operculum öffnet.“

Wirkung: Abgesehen von der eben erwähnten Oeffnung des Kiemendeckels dient dieser Muskel jedenfalls auch noch dazu, durch Rückwärtsziehen des untern Endes des Kieferstiels das Symplecticum und mit diesem den gesammten Kiefer- und Zungenbeinapparat zu retrahiren; er ist also in dieser Hinsicht Antagonist des vorigen, während er von den äussersten Fasern desselben in seiner Hauptfunction unterstützt wird.

### 3. *M. opercularis* (*Op*; Fig. 2).

Dicht hinter dem Ursprung des vorigen folgt oberhalb des zweiten Kiemenbogens, aber von erheblich kleinerer Fläche ausgehend, ein schwacher, fast senkrecht nach unten ziehender Muskel, dessen Fasern sich auf der Kiemendeckelhaut etwas ausbreiten und allmähig sehnig werden. Die Mehrzahl derselben inserirt sich an der Innenfläche des obern Endes des Opercularknochens, viele lassen sich aber auch in der Haut darunter nach unten und vorn verfolgen, bis wo sie direct in die Ausstrahlungen der hintersten Constrictorportion (*Cs<sub>4</sub>*) übergehen.

Innervirung: wurde nicht beobachtet; Stannius erwähnt diesen Muskel gar nicht, wahrscheinlich weil derselbe beim Sterlet, wo die grosse obere Opercularplatte das Hyomandibulare zum grossen Theil bedeckt und an das Schädeldach stösst, also ihre Beweglichkeit ziemlich eingebüsst hat, entweder mit dem *M. retractor hyomandibularis* verschmolzen oder ganz verschwunden sein wird. Da aber der *R. opercularis N. facialis* bei den Knochenfischen „sich in den Muskeln vertheilt, welche vom Schädel zum Operculum treten“, und derselbe Nerv bei *Acipenser (ruth.)* ausser dem Zweig für den *Retractor hyomandibularis* „noch mehrere

Zweige für die Schleimhaut des Kiemendeckels abgibt“, so darf wohl die Versorgung des *M. opercularis* durch den *R. operc. N. fac.* unbedenklich angenommen werden.

Wirkung: hebt das Operculum sammt der ganzen Kiemen-deckelhaut und öffnet die Kiemenspalte, unterstützt also wesentlich den vorigen und wirkt den hintern Constrictorportionen entgegen.

#### IV. Muskeln der Kiemenbogen.

##### 1. *Mm. interbranchiales* (*Ibr*<sub>1-4</sub>).

Das zwischen den beiden Kiemenblättchenreihen eines Bogens befindliche Septum setzt sich beim Stör aus einer dünnen Aponeurose und ziemlich dicht dazwischen eingestreuten Muskelfasern zusammen. Letztere entspringen längs der hintern Kante der obern und untern Mittelstücke, soweit dieselben mit den schwachen knorpeligen Kiemenradien besetzt sind, also oben unmittelbar an die *Mm. levatores arc. branch.*, unten an die *Mm. interarcuales ventr.* anschliessend. Die Fasern verlaufen genau radiär und mit den Kiemenblättchen parallel nach aussen, mehr zwischen als auf der Vorderseite der Kiemenradien, und theilen sich ungefähr in der halben Höhe der Kiemenblättchen nach vorn und hinten, so dass von nun an der eine Theil der vordern, der andere der hintern Blättchenreihe eng anliegt; dabei werden sie halbsehnig und verlieren sich endlich ganz, wo die beiden Blättchenreihen sich völlig von einander trennen, also ungefähr am Ende des dritten Viertels ihrer ganzen Höhe. — Der zugehörige *R. branch. N. glossopharyngei s. vagi* und die Kiemenarterie verlaufen beide vor der Muskelschicht.

Innervirung: durch den *R. branch. N. glossoph. s. vagi* des betreffenden Bogens; vgl. Stannius loc. cit. S. 79: Der *R. arcus branchialis primi N. Glossoph.* „verhält sich wesentlich übereinstimmend bei Accipenser und bei den Selachiern.“ Bei letzteren „erkennt man deutlich zahlreiche Zweige, welche . . . an das die beiden Kiemenblattreihen trennende muskulöse Diaphragma treten. Dies vollständige Diaphragma besitzt, gleich dem viel unvollkommenen bei Accipenser, quergestreifte Primitivbündel.“ Ebenso ibid. S. 89 in Betreff der *Rr. branchiales N. vagi*.

Wirkung: Wenn eine solche hier überhaupt möglich und erreichbar ist und der Muskel nicht auf ganz functionsunfähigen Zustand reducirt vorliegt, so kann sie nur in einer schwachen Ver-



kürzung der Kiemenblättchenreihen, vielleicht noch in einer unbedeutenden Rückwärtsbiegung derselben bestehen.

## 2. *Mm. levatores arcuum branchialium* (*Lbr*<sub>1-5</sub>).

Diese kurzen Muskelbündel entspringen im Allgemeinen von der Seite des Schädels oder vom obersten Gliede der Kiemenbogen und inseriren sich am obersten resp. zweiten Gliede desselben oder des folgenden Bogens.

Der vorderste Muskel der Gruppe (*Lbr*<sub>1</sub>) entspringt sehnig von der Seite des Craniums, dicht über der Verbindung des obersten winzigen Gliedes des ersten Kiemenbogens mit demselben und bedeckt vom Ursprung des *M. retractor hyomand.*; durch einige vom genannten obersten Gliede kommende Fasern verstärkt inserirt er sich beinah an der ganzen obern Fläche des zweiten Gliedes dieses Bogens.

Der zweite Muskel (*Lbr*<sub>2</sub>), im Gegensatz zum vorigen sehr klein, entspringt vom untern Ende des ersten Gliedes des zweiten Kiemenbogens und inserirt sich längs der äussern Kante des Epibranchiale desselben Bogens.

Der dritte und vierte Muskel (*Lbr*<sub>3</sub> u. <sub>4</sub>) entspringen gemeinschaftlich von der ganzen hintern und innern Seite des ersten Gliedes des zweiten Kiemenbogens, also unmittelbar neben dem vorigen, ausserdem aber noch von der Seite des Craniums eine ziemliche Strecke weit hinter der Anheftung jenes Gliedes an demselben. Von da gehen die meisten Fasern convergirend zum obersten Gliede des dritten Kiemenbogens (das gleich dem obersten Gliede des vierten Bogens dem Epibranchiale der beiden vordern Bogen entspricht), um sich an dessen nach oben vorspringendem Höcker zu inseriren; das hintere Drittel jener Fasern aber schliesst sich einer beträchtlichern Portion an, welche von der Hinterseite des eben erwähnten Höckers kommt, und das so entstandene dicke Bündel befestigt sich dann an einem ähnlichen, aber kleineren Höcker des obern Endes des vierten Kiemenbogens.

Der fünfte Muskel endlich (*Lbr*<sub>5</sub>) entspringt, weit von der Reihe der übrigen abgerückt, von einem kleinen Vorsprung am untern Ende des ersten Gliedes des vierten Bogens (Epibranchiale) und geht als sehr kleines, offenbar rudimentäres Bündel nach unten zum hintern Ende des einen Stückes des fünften Kiemenbogens.

Innervirung: von den gleichen Glossopharyngeus- und Vagusästen wie die vorhergehenden; vgl. Stannius l. c. S. 79 und

89, wo diese Muskeln als die „die Kiemenbogen an den Schädel ziehenden Muskeln“ deutlich bezeichnet sind.

**Wirkung:** Indem diese Muskeln vom Schädel oder den obersten Gliedstücken der Bogen gerade nach aussen oder (namentlich die hintern) schief nach aussen und hinten zum gleichen oder nächstfolgenden Bogen gehen, muss ihre Zusammenziehung die lateralwärts gerichteten distalen Enden der obern und untern Mittelstücke heben, aber zugleich nach vorn drehen, wodurch also der Boden des Kiemenkorbes gehoben, sein Längs- und Höhendurchmesser verkleinert, jedoch auch sein Querdurchmesser namentlich in der hintern Hälfte erheblich vergrössert wird. Das ist aber recht eigentlich die Schluckbewegung, welche einen aufgenommenen Körper vorn einengt und ihm nach hinten freiere Bahn schafft.

### 3. *Mm. adductores arcuum branchialium* (*Abr*<sub>1-3</sub>).

Kleine kurze Muskelpackete an der Innenseite der unter rechtem oder fast spitzem Winkel zusammenstossenden Enden des obern und untern Mittelstückes der drei vordern Kiemenbogen.

**Innervierung:** vom zugehörigen *R. branch. Vagi*; Wirkung selbstverständlich; wird hauptsächlich eine gleichzeitige Zusammenziehung der vorigen Muskeln unterstützen.

### 4. *Mm. interarcuales ventrales* (*Jav*<sub>1-5</sub>; Taf. XIII, Fig. 6).

Von vorn nach hinten rasch an Grösse abnehmende, zugespitzte Muskelbündel an der Unterseite der medialen Enden aller fünf Kiemenbogen.

Der erste Muskel (*Jav*<sub>1</sub>) entspringt breit und fleischig von mehr als der medialen Hälfte des Ceratobranchiale (*Cbr*) des ersten Kiemenbogens, läuft mit stark convergirenden Fasern nach vorn, innen und etwas nach unten und inserirt sich zunächst dem medialen Ende des Hyoidstücks des Zungenbeinbogens, kurzsehnig.

Der zweite und dritte (*Jav*<sub>2</sub> u. <sub>3</sub>) verhalten sich abgesehen von ihrer successive geringeren Stärke in Ursprung und Gestalt genau entsprechend dem ersten, laufen aber in der Richtung der Kiemenbogen nach innen und befestigen sich je an der Unterfläche des kleinen Hypobranchiale (*Hbr*) desselben Bogens, nahe dessen medialem Ende.

*Jav*<sub>4</sub> entspringt wie die vorhergehenden; da aber dem vierten Kiemenbogen ein *Hbr* fehlt, so inserirt er sich an der winzigen zwischen drittem und viertem Bogenpaar liegenden Copula,

jedoch nicht direct, sondern vermittelt einer von derselben medial nach hinten gehenden kurzen Sehne, an welche die beiderseitigen Muskeln so herantreten, dass ihre hintersten Fasern direct in einander übergehen.

Der fünfte Muskel dieser Gruppe endlich (*Iav<sub>5</sub>*), in vielen Beziehungen erheblich abweichend, nimmt vom grössten Theil des Hinterrandes des rudimentären V. Kiemenbogens seine Entstehung, zieht als breite dünne Muskelplatte ziemlich gerade nach innen und vereinigt sich mit demjenigen der andern Seite zu einer medialen Sehne, die vorn mit dem starken Ligament zwischen dem vierten und fünften Bogenpaar zusammenhängt.

Innervirung: wurde nicht ermittelt; höchst wahrscheinlich wie die vorigen vom entsprechenden Kiemenbognerven.

Wirkung: Trotzdem die Gestalt der Muskeln auf den ersten Blick das Gegentheil vermuthen lassen möchte, ist doch unzweifelhaft die Insertionsstelle der zugespitzten medialen Enden derselben als das *punctum fixum* anzusprechen; sie werden einmal (speciell die vordern) die äussern Enden der untern Mittelstücke herabziehen und damit den Boden des Kiemenkorbes etwas senken, hauptsächlich aber (besonders die hintern) diese äussern Enden nach hinten und innen drehen, also den Querdurchmesser des Kiemenkorbes im hintern Abschnitt verkleinern. Nur *Iav<sub>1</sub>* bewirkt gerade das Gegentheil, indem er seinen Kiemenbogen nach vorne gegen den Zungenbeinbogen bewegt und dadurch den Kiemenkorb vorn der Quere nach erweitert. Das entspricht aber genau dem ersten Act einer Schluckbewegung, auf welchen der Effect der *Levatores* und der *Adductores arc. branch.* als zweiter Act folgt.

## V. Gruppe der ventralen Längsmuskeln.

### 1. M. branchio-mandibularis (*Bm*; Fig. 4 und 6).

Ein unpaariger Muskel, der aber an beiden Enden paarig wird. Er entspringt jederseits am Vorderrande des *Hbr* des III. Kiemenbogens als sehr schwächtiges Bündel, gabelt sich dann sofort, um zwischen seinen Schenkeln die dünne runde Sehne durchtreten zu lassen, welche vom vordern grossen ventralen Längsmuskel (*Caa*) an dasselbe unterste Glied des III. Kiemenbogens geht. Gleich jenseits dieser Sehne vereinigen sich beide Schenkel wieder; der Muskel zieht, nur wenig medianwärts geneigt, nach vorn und verschmilzt in der Gegend des I. Kiemen-

bogens mit dem von der andern Seite kommenden. Der so entstandene flache unpaarige Muskel verläuft nun gerade nach vorn, zwischen den untersten Gliedstücken des Hyoidbogens hindurch, theilt sich aber eine kurze Strecke hinter der Kinnsymphyse wieder in zwei Hälften, welche stark divergirend jederseits ungefähr 1 cm. von der Mediane am Hinterrande der Unterkieferstücke Befestigung finden. In dieser letzten Strecke seines Verlaufes adhärirt der Muskel sehr fest dem Boden der Mundhöhle, so dass er schon deshalb kaum einer ausgiebigen Wirkung fähig sein dürfte.

Seine Innervirung wird zugleich mit derjenigen der folgenden Muskeln besprochen werden.

Wirkung: Zieht den Unterkiefer zurück, trägt also zur Oeffnung des Mundes bei. Seine rudimentäre Beschaffenheit weist aber darauf hin, dass die Bewegung keinesfalls von ihm allein ausgeführt werden kann: dieselbe erfolgt vielmehr von selbst, wenn der grosse *Protractor hyomand.* das Symplecticum vorstösst und durch dieses den ganzen Kieferapparat am Kiefergelenk fasst und nach vorn drängt, wobei dann die freie Mitte des Unterkiefers passiv durch die aponeurotischen Verbindungen mit dem medialen Ende der hintern Visceralbogen zurückgehalten wird.

## 2. *Mm. coraco-arcuales ant. et post.*

(*Caa* u. *Cap*; Taf. XII, Fig. 4; Taf. XIII, Fig. 6).

Die kräftige vom Schultergürtel ausgehende ventrale Längsmusculatur zerfällt zunächst in zwei ziemlich vollständig getrennte Theile, einen grössern oberflächlichen (*Caa*<sub>1-4</sub>) zum Zungenbein und den drei ersten Kiemenbogen, und einen kleinern tiefen (*Cap*) zum vierten Kiemenbogen.

Ihren gemeinsamen Ursprung nehmen diese beiden Theile von der Vorderfläche der senkrechten Knochenlamellen am medialen Abschnitt des Coracoids, sowie von der Innen- (Ober-) seite der ventralen Belegknochen desselben; *Caa* steht dabei an seiner Wurzel in directem Zusammenhang mit der von hinten an den Schultergürtel herantretenden Bauchmusculatur. — Der grössere Theil der hier entsprungenen Fasern sammelt sich zu dem eben genannten dicken spindelförmigen Muskel, der allmählich sich zuspitzend parallel mit dem der andern Seite nach vorn verläuft und sich mit kurzer starker Endsehne an der Unterseite des kleinen Hypohyale des Zungenbeinbogens inserirt, zu äusserst noch auf das Hyoidstück übergreifend (*Caa*<sub>1</sub>). Vorher hat der Muskel aber nach der Aussenseite hin abgegeben: 1) eine ziemlich starke flache Sehne

fast rechtwinklig nach aussen, welche sich am *Hbr* des ersten Kiemenbogens nahe seiner Articulation mit dem *Cbr* befestigt (*Caa*<sub>2</sub>); 2) und 3) zwei ebenfalls fast rechtwinklig zur Hauptrichtung des Muskels von dessen oberer äusserer Kante abgehende, aber erheblich schwächere runde Sehnen zum Vorderrand der *Hbr*<sup>ia</sup> des II. und III. Kiemenbogens (*Caa*<sub>3</sub> und <sub>4</sub>), beide vor und lateralwärts von der Insertion der diesen Bogen zugehörigen *Mm. interarcuales ventr.* <sub>2</sub> und <sub>3</sub>; letztere Portion tritt zwischen den beiden Schenkeln der Ursprungshälften des *M. branchio-mandibularis* durch. — Vom Innenrand der sehnigen obern Fläche unsers Muskels gehen in der Gegend des zweiten Kiemenbogens, wo er sich dem anderseitigen überhaupt am meisten nähert, zahlreiche Sehnenfasern von dem einen zum andern über, so dass eine etwa 1 cm. breite sehr starke sehnige Verwachungsstelle (*Caa*<sub>6</sub>) zu Stande kommt. — Zwei quere sehnige Inscriptionen durchsetzen den Muskelbauch in ziemlich gleichen Abständen von Ursprung und Insertion.

Von den äussersten und obersten Ecken der beschriebenen Gesamttursprungsfläche sammeln sich die Fasern zu dem rasch sich zuspitzenden hintern (tieferen) Muskelbauch, *Cap*, der, nach vorn, oben und innen verlaufend, mit kurzer, von hinten nach vorn verbreiteter Sehne dicht neben seinem Genossen von der andern Seite in dem starken Ligament endigt, das zwischen der Copula des IV. und den medialen Enden der rudimentären V. Kiemenbogen ausgespannt ist und sich nach hinten in die mediane Vereinigungssehne der beiderseitigen *Interarcuales ventr.*<sub>5</sub> fortsetzt.

Innervirung: Die *Mm. coraco-arcuales ant. et post.* werden von den ersten Spinalnerven versorgt; vgl. Stannius l. c. S. 122: „Bei Accipenser, wo zwei vordere Wurzeln zum ersten Spinalnerven sich vereinigen, legt sich dieser nach Abgabe eines dorsalen Zweiges an den R. anterior des zweiten Spinalnerven an, tauscht mit ihm einige Fäden aus, verlässt ihn und theilt sich in zwei Zweige, von denen der hintere schwächere für die Vorderextremität bestimmt ist, während der vordere stärkere nach vorn als Ast für den *M. sternohyoideus* (unsere *Cor. arc. ant. et post.*) sich fortsetzt.“ — Ueber die Innervirung des *Branchio-mand.* findet sich keine Notiz, — man wollte denn annehmen, Stannius hätte unter dem l. c. S. 46 und 64 erwähnten *M. geniohyoideus* diesen Muskel verstanden, der vielleicht bei *A. ruthenus* durch Ursprung vom Zungenbeinbogen diesen Namen eher recht-

fertigen würde; dann erhielte derselbe seine Nerven vom *R. max. inf. Trig.* und vom *R. hyoideus Fac.* Aber einerseits lässt sich die genauere Beschreibung, die Stannius S. 64 von seinem *M. genio-hyoideus* gibt (— „die Musculatur, die vom Unterkiefer und der Basis der Schnauze zum Zungenbein tritt“), doch kaum mit einer wenn auch noch so andersartig gedachten Entfaltung unsers Muskels bei *A. ruth.* vereinbaren; und anderseits ist der *Branchio-mand.* seinen ganzen Lageverhältnissen und seiner Unpaarigkeit nach zu urtheilen entschieden ein Bestandtheil der ventralen Längsmusculatur, die durchgehends nie von Kopfnerven, sondern nur von den vordersten Spinalnerven versorgt wird. Also kann Stannius' „*M. genio-hyoideus*“ nicht unser *Branchio-mand.*, sondern er wird vielmehr ein Theil unsers oberflächlichen Constrictors sein.

Wirkung: Beide Muskeln ziehen den gesamten Apparat der Visceralbogen mit Einschluss des Kiefergerüsts kräftig nach hinten und zugleich etwas nach unten, wirken also sowohl dem grossen Protractor hyomand. als auch dem allgemeinen Constrictor entgegen.

## Vergleichung mit Selachiern und Chimaera.

### I. System der oberflächlichen Ringmusculatur.

(Constrictor superficialis; Protractor et Retractor hyomandibularis; Opercularis; Interbranchiales; Interarcuales ventrales; Levatores arc. branch.)

Die hier noch erhaltenen, mit  $Cs_1-6$  bezeichneten Reste der allgemeinen Ringmusculatur liegen dem distalen Ende des Zungenbeinbogens auf, gehen ventral unmittelbar von einer Seite nach der andern hinüber, ordnen sich grösstentheils in einer continuirlichen Schicht an und werden hauptsächlich vom *R. hyoideus Facialis* innervirt, nur der rudimentäre Abschnitt  $Cs_6$  wahrscheinlich vom Unterkieferast des Trigeminus (s. oben S. 470 u. ff.).  $Cs_1-5$  entsprechen also, wie bereits an der eben erwähnten Stelle ausgeführt wurde, unzweifelhaft der ventralen Hälfte der Hyoidbogenportion des Constrictors der Selachier; ganz speciell aber vergleicht sich das Gebilde und sogar die einzelnen Abschnitte den Portionen desselben Muskels von Chimaera: die mediale Haupt-

masse nebst  $Cs_3$  hier =  $Cs_1$  dort <sup>1)</sup>),  $Cs_1 = Cs_4$ ,  $Cs_2 = Cs_5$ , wie ein Blick auf die Abbildungen sofort klar macht. Dagegen fehlt dem Stör ein Aequivalent der tiefen, am Ceratohyale befestigten Portion  $Csv_2\beta$  der Selachier oder des *Hyoides inf.* von Chimaera, und dafür findet sich der offenbar verkümmerte, scheinbar einer tiefern Schicht angehörige Muskel  $Cs_6$ , zum Unterkiefer gehend.

Um dies Vorkommniss und jenen Mangel richtig zu würdigen, müssen wir uns jedenfalls wieder einen einfacheren Zustand zu vergegenwärtigen suchen, welcher dann die ungezwungene Ableitung der beiden divergenten Ausbildungsrichtungen gestattet. Bei *Acipenser* besteht nun gerade das umgekehrte Grössenverhältniss zwischen Kiefer- und Zungenbeinbogen als z. B. bei *Heptanchus* oder *Chimaera*; den gemeinsamen Ausgangspunkt aber für beide muss eine Form gebildet haben, bei der diese Bogen annähernd gleich entwickelt und die zwischen ihnen durchbrechende Kiemenspalte von einer dem Kieferbogen zuzurechnenden, durch den *R. max. inf. Trigemini* versorgten Constrictorportion überdeckt war. Wenn nun nach der einen Richtung hin, indem die ventrale Hälfte dieser Kiemenspalte sich verschloss, die Bogen selbst näher an einander rückten und gleichzeitig der vordere bedeutend das Uebergewicht erlangte, wie bei *Heptanchus*, der die Kiemenspalte bedeckende Constrictorabschnitt mit dieser sich zurückbildete und endlich ganz verschwand, der nächst hintere aber dafür mit seiner Insertion zum grössten Theil vom Ceratohyale auf den Unterkiefer überging, sodass schliesslich diese neu gebildete, oberflächliche Schicht die ursprüngliche, am Zungenbein verbliebene Portion an Umfang weit übertraf und völlig bedeckte, — so musste anderseits, bei in entgegengesetztem Sinne fortschreitender Umbildung der Skelettheile, welche zu mächtiger Entfaltung des Zungenbeinbogens und relativer Verkümmernng des ganzen, nach vorn vorgeschobenen Kiefergerüsts führte, wie beim Stör, zwar auch die dem letzteren angehörige Constrictorportion eine erhebliche Rückbildung erfahren und scheinbar eine besondere, tiefere Schicht darstellen; sie konnte aber in dem ihr gebotenen Raume wenigstens als rudimentäres Gebilde fortbestehen, während diejenige des Zungenbeinbogens, hier ihre primäre Befestigungsstelle beibehaltend, von da aus nach hinten und vorn hin an Umfang zunahm und die erstere fast vollständig überwuchs. Dasselbe also, was der

<sup>1)</sup> dies jedoch mit einer gewissen Einschränkung; siehe unten S. 484.



Hyoideus inf. für den Zungenbeinbogen von Chimaera, das ist  $Cs_6$  für den Kieferbogen des Störs: es sind homodyname Gebilde, die modificirten Reste der jeweils ihren betreffenden Bogen zugehörigen ventralen Constrictorabschnitte; — als Homologon des ersteren ist bei Acipenser der ganze mittlere Theil des Constrictors, vorzugsweise  $Cs_3$  zu betrachten, der sich ja gleichfalls am Hyoidbogen befestigt; ein Homologon des letzteren findet sich bei Chimaera gar nicht, bei den Selachiern höchstens in Gestalt der vordersten im Kinnwinkel liegenden, vom dritten Trigeminasast versorgten und daher eigentlich (s. oben S. 471) als  $Csv_1$  zu bezeichnenden Partie von  $Csv_2$ .

Aus den dorsalen Hälften der beiden vordersten Constrictorportionen sind die Mm. protractor et retractor hyomandibularis und M. opercularis hervorgegangen. — Der erstere derselben wird vom R. max. inf. des Trigeminus innervirt, er entspringt vor dem Spritzloch und hinter dem Auge, wodurch er genügend als Homologon des Levator max. sup. der Selachier und damit (wahrscheinlich) auch des Levator ang. oris von Chimaera charakterisirt ist. Was aber die schon im Namen ausgesprochene abweichende Insertion betrifft, so liegt dieselbe schon bei den Selachiern, besonders bei Scymnus, ganz nahe dem Vorderrande des Hyomandibulare, auf welches sie nothwendig übergehen musste, als der Kieferbogen sich allmählich immer mehr vom Schädel löste und, an dem verlängerten Kieferstiel nebst Symplecticum aufgehängt, die grosse Beweglichkeit erlangte, die ihn beim Stör auszeichnet. Und dass der Muskel von  $Cs_2$  oder wenigstens dessen Endaponeurose bedeckt wird, ist im Grunde dasselbe Verhältniss, wie es bei Chimaera zwischen dem Levator ang. oris und den vordersten Theilen des oberflächlichen Constrictors besteht und schon oben (S. 462) Besprechung fand.

Der Retractor hyomand. und der Opercularis erhalten ihre Innervirung vom R. operc. Facialis und liegen unmittelbar hinter dem Hyomandibulare, der eine an diesem sich inserirend, der andere in den Kiemendeckel auslaufend, — also genau die Beziehungen des dorsalen Abschnitts der Zungenbeinportion des Constrictors der Selachier (speciell von Acanthias) und theilweise auch des mit  $Cs_2$  bezeichneten Abschnitts bei Chimaera, nur dass der Ursprung noch weiter als bei letzterer nach vorn, nämlich vollständig an den Schädel verlegt ist.

Von den den Kiemenbogen zukommenden Abschnitten der Ringmusculatur gilt im Allgemeinen dasselbe, was bei Chimaera

(S. 459) darüber gesagt wurde: die oberflächlichen Constrictoren im engern Sinne sind mit der Ausbildung des Kiemendeckels ganz verschwunden und die Interbranchiales haben sich zu gleicher Zeit mehr oder weniger reducirt. Beim Stör nun fanden dieselben freilich, entsprechend der relativ kräftigern Entwicklung des ganzen Kiemenkorbes, eine mannichfaltigere Verwendung und Umbildung; das bisher zusammenhängende Gebilde zerfiel in zwei, wenn nicht drei besondere Muskeln. — Für's Erste hat sich die eigentliche Kiemenscheidewandmuskulatur, bei Selachiern fast durch den ganzen Interbranchialis, bei Chimaera nur durch die spärlichen, vom spindelförmigen Längsmuskel nach aussen und unten ausstrahlenden Fasern vertreten, als selbständige, wenn auch sehr schwache Schicht mit zur Längsaxe des Bogens senkrechtem Verlauf zwischen den beiden Kiemenblattreihen ausgebildet; und zweitens ist von dem langen Muskel von Chimaera die mittlere, frei über Epi- und Ceratobranchiale wegziehende Partie völlig verschwunden und nur das untere (und vielleicht auch das obere) Endstück übrig geblieben, als *Mm. interarcuales ventrales* resp. *Levatores arc. branch.*, welche dann zugleich secundäre Befestigungspunkte gefunden haben.

Die Richtigkeit dieser Ableitung ergibt sich für die *Interarcuales ventrales* sofort. Abgesehen davon, dass sie jedenfalls von den Vagus- resp. Glossopharyngeusästen ihrer Bogen innervirt werden und dass weder Selachier noch Chimaera ein anderes musculöses Element besitzen, mit dem sie irgend zu vergleichen wären, zeigen die drei mittleren dieselbe Insertion, alle fünf aber wesentlich denselben Verlauf und gleiche sonstige Beziehungen wie die ventralen Enden der Interbranchiales von Chimaera. Die Verlegung der Insertion des vordersten Interarc. ventr. auf den nächst benachbarten Theil des Ceratohyale und derjenigen von *Iav*<sub>5</sub> auf eine mediale Sehne (wozu übrigens schon *Iav*<sub>4</sub> den Uebergang bildet), verbunden mit einer Aenderung im Verlaufe des Muskels, welche ihn zum ventralen Quermuskel stempelt, sind leicht verständliche Modificationen.

Dagegen muss es unentschieden bleiben, wohin die *Levatores arc. branch.* zu rechnen sind. Der erste und zweite erscheinen allerdings im Allgemeinen als eine Wiederholung der Interarc. ventr. an den proximalen Enden ihrer Bogen (jedoch unter Verlegung des Ursprungs des ersten vom obersten Gliede nach der Seite des Schädels) und wären also wie diese aus den Interbranchiales von Chimaera hervorgegangen zu denken; *Lev. arc. br.*<sub>3</sub>

und  $Lbr_4$  anderseits zeigen grosse Uebereinstimmung mit den bei Chimaera als Adductoren des IV. und V. Bogens bezeichneten Muskeln, die aber fast eher (vgl. oben S. 463) den Interarcualis der Selachier gleichzusetzen sind; und  $Lbr_5$  schliesst sich wenigstens insofern, als er auch vom obern Ende des vierten Bogens nach hinten und unten zum fünften verläuft, an  $Lbr_3$  und  $Lbr_4$  an. — Es lässt sich also vorläufig nur so viel sagen, dass hier abermals, wie in den „Adductores“ von Chimaera, eine Bildung vorliegt, welche die Merkmale zweier Muskelgruppen in sich vereinigt, zweier Gruppen aber, deren Abstammung von einem gemeinsamen, noch nicht differencirten Urgebilde uns schon früher wahrscheinlich geworden ist.

Von einem *M. trapezius* findet sich beim Stör keine Spur. Dies kann jedoch nicht überraschen, da ja das obere Ende des Schultergürtels durch die umfänglichen Hautverknöcherungen in directe Berührung mit dem Schädeldach gekommen und dadurch eine Bewegung dieses Theils unmöglich geworden ist. Dem entsprechend besteht hier auch nicht mehr jene feste Ligamentverbindung zwischen dem rudimentären letzten Kiemenbogen und der Vorderseite des Coracoids, die bei Selachiern wie bei Chimaera von einer Abzweigung des Trapezius an diesen Bogen begleitet war; dieser ist vielmehr durch  $Lbr_5$  selbständig nach vorn und oben zu bewegen.

---

## II. Das System der Adductoren

bietet die von den Selachiern her gewohnten Verhältnisse; selbst der *Adductor mandibulae* ist nur unerheblich modificirt: der flache, breite Muskel stösst am Ursprung fast mit dem anderseitigen zusammen, die dem Unterkiefer angehörige Hälfte ist ähnlich wie bei Chimaera reducirt, theilt sich aber in zwei Insertionen, welche wohl eine etwas verschiedene Wirkung der vorderen und der hinteren Partie des Muskels bedingen, und beide werden von einem (übrigens in seiner Bedeutung selbst noch unklaren) Theil des Kiefergerüsts überbrückt.

---

## III. System der ventralen Längsmusculatur.

Die hintere der hierher gehörigen Bildungen, der *Coraco-arcualis ant. et post.* (*Caa* und *Cap*), bewahrt vollständig den bekannten Charakter dieser Gruppe: massige, von der Vorderseite des Schultergürtels entspringende und von Spinalnerven versorgte

Muskeln mit den charakteristischen sehnigen Inscriptionen, unmittelbar neben und ziemlich parallel dem Genossen der andern Seite nach vorn verlaufend, an den ventralen Enden der Visceralbogen sich befestigend. In dieser letzteren Hinsicht aber hat eine wesentlich andere Vertheilung der Portionen stattgefunden als bei Selachiern und Chimaera, und zwar im Sinne einer schärferen Differencirung der früher gleichartig sich wiederholenden Elemente. Der Coraco-hyoideus freilich bleibt ähnlich wie bei Heptanchus fast in seiner ganzen Länge mit den für die drei vordersten Kiemenbogen bestimmten Portionen ( $Caa_2-4$ ) vereinigt, während die andern Selachier und mehr noch Chimaera einen nahezu selbständigen Längsmuskel der Zungenbeincopula besitzen; hier aber bildet er mit  $Caa_2-4$  den grossen einheitlichen Coraco-arcualis anterior, der nur kurze Sehnen lateralwärts an die einzelnen Bogen abgibt und durchweg von dem Coraco-arcualis post. getrennt bleibt, welcher seinerseits steil nach oben, vorn und innen verläuft und sich fast in der Mediane inserirt. Er entspricht offenbar dem auch bei den frühern Formen stärker entwickelten Coraco-branch. des letzten (zumeist fünften) Kiemenbogens; derjenige des vierten wäre demnach hier ganz ausgefallen. — Von besonderer Bedeutung ist es jedenfalls, dass, wohl in Folge der starken Verbreiterung der Vorderfläche des Coracoids, die beiderseitigen Muskeln schon von ihrem Ursprung an durch eine ziemlich breite Lücke von einander getrennt sind und sich auch im weiteren Verlauf bis auf die kurze Verwachsungsstelle  $Caa_c$  durchaus selbständig erhalten, ja vorn wieder erheblich divergiren, um den Branchio-mandibularis zwischen ihren vordersten Insertionen durchtreten zu lassen.

Dieser Umstand kann uns nämlich über die eigenthümlichen Verhältnisse des letztgenannten Muskels einige Aufklärung geben. Derselbe ist unzweifelhaft als Homologon des Coraco-mandibularis anzusprechen, welcher aber bei den Selachiern als schmales, durchweg unpaares Bündel ganz oberflächlich unter allen übrigen Längsmuskeln weg verläuft, nachdem er seine Entstehung von ihrer gemeinschaftlichen Ursprungsmasse (Hept. und Acanth.) oder direct vom Schultergürtel (Scymnus) genommen. Bei Chimaera jedoch ist der Ursprung desselben Muskels zwischen den auseinanderweichenden Coraco-branchiales in die Tiefe gedrungen und hier wie an der Insertion ist er theilweise paarig geworden. Ein ähnliches Auseinanderweichen, das aber den Coraco-hyoideus mit betrifft, hat nun auch bei Acipenser dem Längsmuskel des Unter-

kiefers seine ursprüngliche unpaare Ausgangsstelle entzogen, und da zugleich die Modificationen, welche der Unterkiefer erlitt (Reduction seiner Grösse, leichtere Beweglichkeit, Verlagerung nach vorn und oben), eine Rückbildung des ganzen Muskels und wenigstens für seine vordere Hälfte gleichsam ein Zurücksinken in eine tiefere Schicht bedingten — dasselbe Schicksal, was auch die Constrictorportion dieses Bogens ( $Cs_6$ ) erfuhr —, so begreift sich einigermaassen, wie der Branchio-mand. an seinem Ursprung wieder in zwei Bündel zerfallen und diese nun längs der hintersten und medialsten, d. h. ihrer frühern Ausgangsstelle zunächst liegenden Ausläufer des Coraco-arc. ant. förmlich in die Tiefe rutschen mussten, um endlich am Hypobranchiale III selbst anzulangen. Diese Wanderung macht nebenbei auch das wunderliche Verhalten verständlich, dass jeder der beiden Ursprünge des Branchiomand. die kurze Sehne von  $Caa_4$  durch eine Spalte zwischen seinen Fasern durchtreten lässt.

Acipenser zeigt also nach dem Vorstehenden die grösste Uebereinstimmung mit Chimaera und im Wesentlichen auch mit den Selachiern hinsichtlich der Bildung des Kiemendeckels und seiner Muskeln (Retractor hyomand., Opercularis und Hauptmasse des Constrictor superfic.); die Muskeln der Kiemenbogen (Interbranch., Interarc. ventr., Levatores arc. br.) lassen sich, obwohl die Configuration dieser Skelettheile mehr der von Chimaera als derjenigen der Selachier entspricht, doch nur von einem zwischen beiden ziemlich die Mitte haltenden Zustand ableiten; in noch höherem Grade gilt dies für die Coracoarcuales ant. et post., und zur Erklärung der durch die eigenartigen Verhältnisse des Hyomandibulare und des Kiefergerüsts direct beeinflussten Muskeln (Protractor hyomand., Adductor mand.,  $Cs_6$  und Branchio-mand.) bedarf es des Zurückgehens auf die Selachier oder noch einfachere Formen.

### C. Knochenfische.

Die aus dieser Classe untersuchten Formen — *Esox lucius*, *Perca fluviatilis*, *Cyprinus carpio* und *Barbus vulgaris* — bieten nicht so erhebliche Abweichungen, dass sich eine gesonderte Beschreibung der Muskeln jeder einzelnen Form rechtfertigen würde. — Bei der Gruppierung der Muskeln im beschreibenden Theil war wieder hauptsächlich das topographische und functionelle Verhalten derselben maassgebend. Hienach musste das System der oberflächlichen Constrictoren, da seine Reste als irgendwie einheitliche Gruppe bei den Knochenfischen nicht mehr vorkommen, ganz wegfallen und überhaupt eine ganz andere Zusammenstellung getroffen werden. — Im Folgenden werden wir nachstehende Hauptgruppen unterscheiden:

- I. Kiefermusculation (*Adductor mandibulae*).
- II. Muskeln an den dorsalen Enden der Visceralbogen.
  - a. Muskeln des Kiefer- und Zungenbeinbogens.
  - b. „ der Kiemenbogen.
- III. Muskeln an den ventralen Enden der Visceralbogen.
  - a. Muskeln des Kiefer- und Zungenbeinbogens.
  - b. „ der (eigentlichen) Kiemenbogen.
  - c. „ der untern Schlundknochen.
- IV. Ventrale Längsmusculation (*M. sterno-hyoideus*).
- V. Kopf-Schultermusculation (*M. trapezius*).

---

#### Beschreibung der Musculatur.

- I. *M. adductor mandibulae*. (Kiefermusculation, *Am*; *A*<sub>1</sub>, *A*<sub>2</sub>, *A*<sub>3</sub>, *Aw*, Taf. XIII, Figg. 7, 8, Taf. XIV, Figg. 11, 12 u. 13.)

Diese Muskelmasse findet sich nirgends in der Gestalt des verhältnissmässig, einfachen, ungetheilten *Adductors* der Se-

lachier oder der Chimaera, sondern stets in mehrere Portionen zerfallen, die gemeinschaftlich oder mehr weniger scharf gesondert vom Quadratum (*Qd*) (auch vom Articulare (*Art*) des Unterkiefers), Metapterygoideum (*Mpt*), Hyomandibulare (*Hmd*) und Praeoperculum (*Pop*), sogar noch vom Postfrontale (*Pfr*) und Squamosum (*Sq*) entspringen; die oberflächlichste geht meist zum Maxillare (*Mx*), die übrigen inseriren sich am hintern obern Rande und an der Innenseite des Unterkiefers, speciell am Meckel'schen Knorpel (*cart. Meck*). — Innervirung von Zweigen des *R. max. inf. Trig.*

Am einfachsten stellt sich der Muskel bei *Barbus* dar, wo eine oberflächliche, zum *Mx* gehende und zwei tiefere, nicht überall scharf von einander gesonderte Portionen ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ) zu unterscheiden sind.

Die oberflächliche Portion,  $A_1$  (s. Fig. 12,  $A_1$ ), entspringt als hohe, dünne Muskelplatte, die tiefern völlig bedeckend, hauptsächlich vom *Pop*, ganze Aussenfläche mit Ausnahme des hintern und untern Randes; nach oben hin noch vom *Hmd*, längs eines schmalen Streifens am Hinterrande des Quadratfortsatzes, welcher von der übrigen Fläche durch einen schwachen senkrecht verlaufenden Kamm getrennt ist; und unten vom *Qd*, besonders von der Aussenfläche des untersten Drittels, soweit dasselbe nicht von  $A_2$  in Anspruch genommen ist, und längs des ganzen Hinterrandes, vom Quadratfortsatz des *Hmd* bis zum Kiefergelenk herab. — Die Fasern convergiren nach vorn, die vom *Qd* kommenden schräg aufsteigend, und gehen in eine schmale rundliche Sehne über, die sich am *Mx* längs des mittleren Drittels des Unterrandes inserirt.

Vor und oberhalb der Ursprungsfläche dieses Muskels liegt diejenige der beiden nicht völlig von einander getrennten mittlern und tiefen Portionen,  $A_2$  und  $A_3$ . Die erstere nimmt auf der Aussenseite des *Hmd* den schon erwähnten, von der obern Spitze des *Pop* schief nach vorn herablaufenden Kamm, ferner am *Mpt* eine kurze Strecke des hintern und untern Randes und am *Qd* die grössere hintere und obere Hälfte der Aussenfläche in Anspruch, während die letztere Portion,  $A_3$ , sich auf das hintere Drittel der *Mpt*-fläche beschränkt, zugleich aber von der Innenseite der ersteren ein flaches, halbsehniges Muskelbündel empfängt. — Beide verlaufen in gleicher Richtung mit convergirenden Fasern nach vorn und etwas nach unten,  $A_3$  ganz von  $A_2$  bedeckt; letztere befestigt sich mit kurzer breiter Sehne am Hinterrande des Unterkiefers, hauptsächlich am Dentale (*Dt*), blos mit den untersten



Fasern noch am Articulare (*Art*);  $A_3$  dagegen ist schon in der Mitte ihres Verlaufs in eine flache Sehne übergegangen, die zugespitzt an die Innenseite des Unterkiefers herantritt und sich nahe dem Hinterende des hier ziemlich breiten und flachen Meckel'schen Knorpels inserirt, mit Einschiebung einer kleinen Sesamoidverknöcherung. Unmittelbar vor ihrer Insertion aber geht vom obern Rande der Sehne ein schwaches dünnes Muskelbündel ab, das horizontal nach vorn verläuft und sich oberhalb der *cart. Meck.* am angrenzenden untern Rande des obern Schenkels des *Dt* inserirt.

Dem schliesst sich am nächsten *Cyprinus* an. Die oberflächliche Portion  $A_1$  (s. Fig. 11,  $A_1^\circ$  und  $A_1\alpha^i$ ,  $A_1\beta^i$ ) ist hier in zwei Theile zerfallen, die zwar an ihrem Ursprung —  $A_1\alpha$  vom mittleren Drittel der Vorderseite des *Pop* und dem freien Theil des Symplecticum (*Sy*),  $A_1\beta$  unterhalb und vor diesem mit wenigen Fasern noch vom *Pop*, hauptsächlich von dem nach hinten gewendeten Aste des *Qd*, und über das Kiefergelenk übergreifend von der obern Hälfte der Aussenseite des *Art* des Unterkiefers — noch unmittelbar zusammenhängen, dann aber, indem beide mit stark convergirenden Fasern in flache schmale Sehnen übergehen, einander unter spitzem Winkel kreuzen, sodass  $A_1\alpha$  ziemlich horizontal nach vorn laufend sich an der vordern Vorragung des Unterrandes des *Mx* in einer seichten Vertiefung inserirt, während  $A_1\beta$  schief nach vorn aufsteigend über die Sehne des vorigen Theils hinweg bis fast zur vordern obern Spitze des *Mx* gelangt.

Die Scheidung der mittleren und der tiefen Portion ist hier ganz durchgeführt. Erstere,  $A_2$  (s. Fig. 11,  $A_2^\circ$  und  $A_2^i$ ), stellt eine sehr hohe, aber dünne Muskelplatte dar, deren schmale Ursprungsfläche sich vom *Qd* an über den untern Rand des *Mpt* und angrenzende Theile des Symplecticum und *Pop* hinweg und am Quadratfortsatz des *Hmd* bis fast zum obern Ende des freien Aussenrandes desselben empor erstreckt. Insertion mit sehr breiter, kurzer Sehne am ganzen tief ausgeschnittenen Hinterrand des *Dt* und dem benachbarten obern Rand des *Art*.

Die tiefe Portion  $A_3$  (Fig. 11,  $A_3$ ) entspringt zum kleinern, oberflächlichen Theil von der Vorderseite des Quadratfortsatzes des *Hmd*, dicht vor und vollständig bedeckt von der obern Hälfte des vorgenannten Muskels, hauptsächlich dagegen von der ganzen hintern Hälfte des *Mpt* nebst unterm Ende des *Hmd*, bis tief unter das Auge hinaufreichend. Die Fasern beider Theile setzen sich von innen

an eine breite, vorn verschmälerte Sehnenplatte an, welche sich zwar der Hauptsache nach an der Innenseite des *Dt* inserirt, mit der innersten Partie aber in einen kurzen flachen Muskel (*A $\omega$* ) übergeht, der dann am freien Hinterende der *cart. Meck.* und der umgebenden Grube des *Dt* Befestigung findet.

Von hier zu den bei *Perca*<sup>1)</sup> bestehenden Verhältnissen hinüber ist ein ziemlich grosser Sprung. — Die oberflächliche Portion *A<sub>1</sub>* (s. Fig. 13, *A<sub>1</sub><sup>o</sup>*, *A<sub>1</sub><sup>i</sup>* und *A<sub>1</sub><sup>t</sup>*) ist mit ihrem Ursprung ganz hoch hinaufgerückt, nämlich bis an's obere Drittel des Vorderendes des *Pop* und die angrenzende hintere Hälfte des *Hmd* bis zum obern Rand des *Mpt* hinunter, wobei namentlich die untersten Fasern innig mit der mittleren Portion zusammenhängen. — Dieser flache, wenig verschmälerte Muskel geht unterhalb des Auges in eine derbe Fascie über, die sich vorn am Palatinum (*Pal*) und *Mx*, hinten am *Dt* und *Art* des Unterkiefers befestigt, in der aber doch deutlich als Fortsetzung namentlich der obersten Fasern des Muskels ein nach vorn verlaufender starker Sehnenstrang (*A<sub>1</sub><sup>t</sup>*) zu verfolgen ist, welcher sich nahe dem Vorderende des *Mx* an dessen Innenseite befestigt, dicht unter und hinter seinem Drehpunkt um seinen nach aussen vorragenden Fortsatz des *Pal*. Die hintersten (untersten) Fasern des Muskels jedoch schliessen sich der kurzen Sehne von *A<sub>2</sub>* an, um mit dieser in den Unterkiefermuskel *A $\omega$*  überzugehen.

Im Gegensatz zu dieser oberflächlichen zeigt die mittlere Portion *A<sub>2</sub>* (s. Fig. 13, *A<sub>2</sub>* und *A<sub>2</sub><sup>t</sup>*) einen verhältnissmässig tiefen Ursprung: vom untersten horizontalen Ast des *Qd* und der untern Hälfte des Aussenrandes des *Pop*, oben sehr dünn auslaufend und innig mit dem unterliegenden *A<sub>3</sub>* zusammenhängend, von welchem sie auch an ihrem vordern Ende zunächst der obern Ecke des *Art* zahlreiche Fasern empfängt. Hier geht der stark verschmälerte Muskel in eine kurze, ansehnlich breite Sehne über, welche die untersten Fasern von *A<sub>1</sub>* aufnimmt, sich aber sogleich zum grössten Theil wieder in einen flachen, immerhin ziemlich mächtigen Muskel, *A $\omega$*  (Fig. 13, *A $\omega$ <sup>i</sup>*) auflöst, der mit seinen erheblich divergirenden Fasern an den Innenrändern des aufsteigenden und des horizontalen Astes des *Dt* sowie an der ganzen zwischen denselben liegenden Innenfläche des Meckel'schen Knorpels und des

<sup>1)</sup> Cuvier, *Hist. nat. des poissons*, T. I, p. 404: Muscles des Mâchoires. Pl. IV, nr. 20.

*Art* mit Ausnahme des hintersten Theils des letztern Befestigung findet. — Die ganze Innenseite dieses Muskels überzieht aber eine derbe Fascie, die an den Unterkiefferrändern sich festheftet, nach hinten jedoch kräftiger wird und dort in unmittelbarer Verbindung mit der kurzen Sehne von  $A_2$  steht. Die Aussenseite dieser Fascie gibt nun ebenfalls zahlreichen Muskelfasern den Ursprung, namentlich an der vordern Peripherie von  $A\omega$ , welche sich, an letztern anschliessend, bis zum vordern Ende des  $Dt$  erstrecken, wobei sie theils über, theils unter der Insertion des queren Unterkiefermuskels (*M. intermandibularis*) sich inseriren. (Nach hinten setzt sich diese Fascie übrigens in eine die Innenfläche des  $Qd$  bedeckende Membran, hauptsächlich aber in einen unter dem  $Sy$  hinziehenden Faserstrang fort, welcher den *R. mandibularis Facialis* verdeckt und umhüllt.)

Ein kleiner Theil der erwähnten kurzen Sehne von  $A_2$  hat sich beim Uebergang der letztern in den Muskel  $A\omega$  selbständig erhalten. Derselbe zieht als flache und sehr schmale Sehne (Fig. 13,  $A_2^t$ ) mitten durch die Masse von  $A\omega$  hindurch, der Richtung seiner hintersten, fast senkrecht absteigenden Fasern folgend, um sich an der vordern untern Ecke des *Art* zu inseriren. Von der obern Hälfte dieser Sehne entspringen überdies einzelne Muskelfasern, die sich den sie umgebenden von  $A\omega$  anschliessen.

Die tiefe Portion,  $A_3$  (s. Fig. 13,  $A_3$  und  $A_3^t$ ) endlich bedeckt mit ihrem Ursprung die hintere obere Hälfte des  $Mpt$ , den untersten Theil des Quadratfortsatzes des  $Hmd$ , das  $Sy$  und den rinnenartig ausgehöhlten Vorderrand des  $Pop$  in seinem mittleren Drittel. Die Fasern des Muskels sammeln sich, grösstentheils senkrecht absteigend, dicht unter und hinter der kurzen Uebergangssehne von  $A_2$ , an welche zahlreiche Fasern abgegeben werden, zu einer flachen Sehne, ( $A_3^t$ ) die unmittelbar unter dem Anfang der schmalen Endsehne von  $A_2$  zwischen ihr und dem Unterkiefer nach vorn und aussen durch den Muskel  $A\omega$  durchdringt und sich verschmälert mit schwacher Sesambildung an einer erhöhten Stelle des obern Randes der *cart. Meck.* inserirt<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Cuvier (*Hist. nat. des poissons*, T. I, p. 404) beschreibt den Kiefermuskel der Knochenfische einfach als „une seule masse, qui est commune aux deux mâchoires. . . . Cette masse adhère à toute la face externe de l'arcade palato-temporale et à tous les os qui la composent, y compris le bord antérieur du préopercule. Elle est le plus souvent divisée en trois ventres, quelquefois même en quatre; sa

Bei *Esox* ist die oberflächliche Portion des Kiefermuskels,  $A_1$ , sofern man wenigstens die Insertion derselben am  $Mx$  für ihr wesentlichstes Merkmal ansieht, völlig verschwunden.

Die mittlere Portion,  $A_2$  (s. Fig. 7,  $A_2^o$  unten und oben, und  $A_2^i$ ), hat ihr Ursprungsgebiet dafür um so weiter ausgedehnt: vom horizontalen Fortsatz des  $Qd$ , von der breiten Rinne zwischen Vorder- und Aussenrand des  $Pop$ , und an letzterem bis zur obern Spitze hinauf, von dem freien Aussenrand fast des ganzen  $Sq$  und  $Pfr$  und vom obern Rand des  $Mpt$ , selbst von der Innenseite der hintersten Infraorbitalknochen entspringt eine mächtige Muskelmasse mit wesentlich nach vorn unten absteigendem Faserverlauf, an welche sich die vom  $Qd$  her aufsteigenden Fasern vermittelst einer horizontalen eingeschobenen Sehne befestigen. Zahlreiche Fasern treten auch von der Aussenfläche der tiefen Portion ( $A_3$ ) an diese heran. — Am Hinterrande des Unterkiefers geht der ganze Muskel in eine sehr breite Sehne, diese aber sogleich wieder in den grossen Unterkiefermuskel  $A\omega$  über, in welchen sich nur die äusserste Faserschicht von  $A_2$  direct fortsetzt. Derselbe befestigt sich an der ganzen Innenfläche des  $Art$ , der *cart. Meck.* (mit Ausnahme der hintersten Ecke beider) und des obern wie untern Astes des  $Dt$ , an dessen unterm Rande sich bis fast zur Kinnsymphyse erstreckend. (Fig. 7 und 8,  $A\omega^i$ .)

Die tiefe Portion  $A_3$  (Fig. 7,  $A_3$ ,  $A_3\beta$  und  $A_3^t$ ) entspringt hauptsächlich vom  $Mpt$  mit Ausnahme der vordern Ecke, ausserdem vom obern Ende des senkrechten Fortsatzes des  $Qd$ , besonders aber vom Quadrat-, Praeopercular- und sogar Opercularfortsatz (bei letzterem vom vordern untern Rand und der Innenseite) des  $Hmd$ , so dass die hintersten Fasern unter der Spitze des  $Pop$  und dem Oeffner des Kiemendeckels durchziehen müssen.

---

forme approche de la quadrangulaire, et elle donne de son bord antérieur deux tendons réunis par une aponévrose. Celui qui part de l'angle supérieur, et qui est le plus long, va dans le haut au maxillaire supérieur. Celui de l'angle opposé, qui est beaucoup plus court, s'insère à la mâchoire inférieure, derrière son apophyse coracoïde. L'aponévrose s'épanouit sur la membrane qui joint les deux mâchoires." Speciell die complicirten Sehnenbildungen an der Innenseite des Unterkiefers und die Bedeutung der Insertionen an der *cart. Meck.* sind ihm also völlig entgangen, — obwohl in der auf Taf. VI, Fig. II gegebenen Darstellung des Unterkiefers von *Perca* von innen eine Andeutung jener Bildungen nicht zu verkennen ist; ebenso wird der ganzen Muskelmasse an der Innenseite des Unterkiefers ( $A\omega$ ) nirgends Erwähnung gethan.

— Namentlich aus diesem hintersten Theil des Muskels geht eine Sehne hervor, die sich fast ganz von dessen Aussenfläche abhebt und sofort einen kleinen Muskelbauch,  $A_3\beta$ , entstehen lässt, welcher sich am obern Winkel des *Art* mit dem Unterkiefermuskel vereinigt, während ein kleiner Theil jener Sehne bei der Hauptmuskelmasse verbleibt, die sich bald zur flachen Sehne zuspitzt und damit von innen her in *A $\omega$*  eindringend nahe dem Kiefergelenke am Meckel'schen Knorpel sich befestigt, mit Zwischenlagerung einer ziemlich beträchtlichen Verknöcherung (Fig. 8,  $A_3^1$ ).

Innervirung der Kiefermuskeln. Der *R. maxillaris inferior* des Trigemini (Fig. 7 und 8, *Mi*) gibt der Regel nach, gleich nachdem er am Vorderrande des *M. levator arcus palatini* (*Lp*) angelangt ist, mehrere Zweige ab, die nach unten hinten zwischen die Portionen der Kiefermusculatur eindringen. Bei *Esox* speciell treten diese Zweige (s. Fig. 7, <sup>1</sup>, <sup>2</sup>) zwischen die mit  $A_2$  und  $A_3$  bezeichneten Portionen, in beiden hauptsächlich nach hinten und oben gegen den Ursprung des Muskels aufsteigend; ein Aestchen, welches den dicksten, vom *Hmd* kommenden Theil von  $A_3$  durchsetzt und z. Th. versorgt hat, tritt am untern Rande dieses Abschnitts wieder hervor (<sup>3</sup>) und verbreitet sich vollends in der benachbarten vom *Pop* entspringenden Portion von  $A_2$ . — Ein weiter unten vom Hauptstamme abgehender Zweig (Fig. 7, <sup>4</sup>) dringt nahe dem Unterkiefer in die Innenseite von  $A_2$  ein und wendet sich darin nach unten und aussen.

Aehnlich bei *Cyprinus* und *Barbus*, wo die oberflächliche (bei *Esox* fehlende) Portion  $A_1$  durch einen besondern Zweig versorgt wird <sup>1)</sup>. Bei *Perca* dagegen verläuft der *R. max. inf. Trig.* nicht zwischen  $A_2$  und  $A_3$  nach unten und vorn, sondern zwischen diesen und  $A_1$ , um erst an der Verbindungsstelle der Endsehnens von  $A_2$  und  $A_1$  erstere Portion nach aussen hin zu durchbohren.

<sup>1)</sup> Für *Barbus* finde ich notirt, dass dieser Zweig vom *R. max. sup. Trig.* stamme; da aber eine sichere Zutheilung der einzelnen Zweige zu ihren Stämmen nur möglich ist, wenn man dieselben möglichst weit zurückverfolgt, was hier jedoch nicht geschehen war, so mag diese abweichende Angabe wohl auf einem Irrthum beruhen. Nach Stannius, l. c. S. 45, kann übrigens „der dem Ober- und Unterkiefer gemeinsame Kiefermuskel ausser diesen [den Zweigen des *R. max. inf.*] auch, z. B. bei *Gadus*, *Salmo*, *Silurus*, direct aus dem Geflechte des *N. trigeminus* stammende Zweige erhalten.“

Dieser Durchtritt nach aussen erfolgt bei den übrigen entweder (*Esox*) durch die Masse des Unterkiefermuskels *A<sub>ω</sub>* hindurch (s. Fig. 8, *Mi*) oder (*Cyprinus* und *Barbus*) unterhalb der Insertion von *A<sub>2</sub>*, nachdem bei *Barbus* diese Portion zweimal durchbohrt worden ist. An der Innenseite des Unterkiefers angelangt zeigt der Unterkiefernerve das von Stannius S. 46 im Allgemeinen beschriebene Verhalten: er theilt sich zunächst in zwei Aeste. Der obere verläuft horizontal nach vorn, wobei er (*Perca*, *Esox*), falls *A<sub>ω</sub>* wohl entwickelt ist, am obern Rande dieses Muskels wieder von aussen nach innen durchtritt und Zweige an ihn abgibt; dann verbindet er sich mit einem Aestchen vom *R. mandibularis Facialis* und verbreitet sich an häutigen Theilen<sup>1)</sup>. Der untere Ast (<sup>9)</sup> geht fast senkrecht nach unten, tritt zwischen *Art* und *cart. Meck.* nach unten und innen durch und verläuft nun längs des untern Randes der letztern nach vorn. Bald verbindet er sich innig mit dem *R. mand. Facialis*, welcher, durch einen fibrösen Strang geschützt, vom *Sy* her der Innenseite des *Qd* und *Art* dicht anliegend nach vorn zieht, dabei einige feine Aestchen durch Canäle des *Art* und *Dt* hindurch zur Haut des Unterkiefers sendend (<sup>14</sup>), ohne aber ein einziges an *A<sub>ω</sub>* abzugeben, durch dessen Masse er doch (bei *Perca* und *Esox*) mitten hindurchzieht. Kurz vor der Vereinigung mit dem untern Ast des *R. max. inf. Trig.* geht der erwähnte Zweig (<sup>12</sup>) zum „obern Ast“ des letztern resp. direct zur Mundschleimhaut ab; nachher vertheilen sich die vereinigten Nerven hauptsächlich in der Haut des Unterkiefers (<sup>14</sup>, <sup>17</sup>), versorgen aber mit zwei feinen Zweigen (<sup>16</sup>) auch den queren Unterkiefermuskel (*M. intermandibularis*) und mit einem stärkeren, nach unten und hinten sich wendenden Aestchen (<sup>15</sup>) den *M. geniohyoideus*.

Bei *Esox* wurde ausserdem Innervirung eines Theils von *A<sub>2</sub>* durch Zweige vom *Facialis* beobachtet. Dieser gibt unmittelbar nach seinem Austritt aus dem Canal des *Hmd* den merkwürdigen *R. buccalis accessorius* ab, der sich erst um den Anfang des äus-

---

<sup>1)</sup> Bei *Esox* sind die zwei den „obern Ast“ des Unterkiefernerven repräsentirenden Zweige (<sup>7</sup>, <sup>8</sup>) erheblich stärker als der „untere Ast“ (<sup>9</sup>), und eine Verbindung der ersteren mit Zweigen des *R. mand. Fac.* konnte ich hier nicht auffinden. Letztere (<sup>12</sup>) verlaufen durch *A<sub>ω</sub>* nahe dessen Innenfläche nach vorn und oben und vertheilen sich ausschliesslich in der Schleimhaut der Mundhöhle seitlich von der Zunge, wobei die hintersten Zweige ziemlich weit nach hinten und oben zurücklaufen (Fig. 8, <sup>13</sup>).



sern Hyomandibularkammes herum nach oben und hinten, dann aber plötzlich gerade nach vorn wendet, um längs des obern *Mpt*-randes (s. Fig. 7, <sup>10</sup>) zwischen  $A_2$  und  $A_3$  bis unter die Ossa infraorbitalia zu verlaufen (von Stannius p. 62 als *Esox* eigenthümlich beschrieben). — Noch vom gemeinsamen *Truncus hyoideo-mandibularis* entspringt ein feiner Zweig, der quer über die vom Opercularfortsatz des *Hmd* kommenden Fasern von  $A_3$  nach unten und hinten zieht, um zwischen *Op* und *Pop* in die Haut zu gelangen; zwei ähnliche Zweige entsendet ferner der *R. hyoideus* gleich nach seiner Trennung vom *R. mandibularis*, Zweige, die z. Th. durch die erwähnten Fasern von  $A_3$  durchtreten, ohne jedoch diese selbst zu versorgen. Der *R. mandibularis* dagegen, welcher zwischen  $A_2$  und  $A_3$  dicht auf dem Knochen nach unten und vorn verläuft und bald in zwei an verschiedenen Stellen nach innen tretende, dann aber wieder sich vereinigende Aeste zerfällt (vgl. Figg. 7 und 8, *A* und *B*), gibt vom vordern dieser beiden Aeste kurz vor seinem Verschwinden unter dem Quadratum einen Zweig ab (Fig. 7, <sup>11</sup>), der sich ziemlich weit in die obersten Fasern des vom *Qd* kommenden Theils von  $A_2$  hinein verfolgen lässt und dort sich verästelt. — Bei den übrigen untersuchten Formen fand sich nichts Aehnliches und auch bei Stannius wird dieses Zweiges nicht Erwähnung gethan, ebenso wenig aber auch der vorher beschriebenen Hautästchen des *Tr. hyoideo-mand.* und des *R. hyoideus*, weshalb dieselben hier mit aufgeführt wurden.

Wirkung der Kiefermuskeln. Die vom *Mpt* und benachbarten Theilen zur Innenseite und dem Hinterrande des Unterkiefers gehenden Portionen adduciren einfach den letztern; als spätere Bildungen behufs Ausnutzung günstigerer Insertionsstellen erscheinen schon unter diesem Gesichtspunkte z. B. das Bündel  $A_{3\beta}$  bei *Esox* und die Ausdehnung der Insertion des Unterkiefermuskels *A $\omega$*  längs des Unterrandes des *Dt* nach vorne hin. Ausserdem mögen die an dem nach innen gebogenen untern Rande des Unterkiefers sich befestigenden Theile, wie namentlich die schmale Endsehne von  $A_2$  bei *Perca* und allgemein die innersten Fasern von *A $\omega$*  zugleich eine Drehung des Unterkiefers um seine Längsaxe bewirken, der Art, dass sein oberer Rand mehr nach aussen sieht, das Maul also verbreitert wird.

Die Function der oberflächlichen Schicht  $A_1$  kann nur darin bestehen, gleichzeitig mit der Hebung des Unterkiefers das *Mx* und mit diesem das *Pmx* an ihren vordern Enden nach hinten und etwas nach unten zu ziehen, d. h. jene Rückwärtsbewegung,



die der ganze Kiefergaumenapparat beim Schliessen des Mundes passiv ausführt, activ zu unterstützen. Bei *Perca* wird dies dadurch erreicht, dass  $A_1$  sich sowohl am  $Mx$  als an der Haut des Hinterrandes der Mandibel inserirt, während bei *Cyprinus* die Differencirung dieser Portion in zwei sich kreuzende Muskeln offenbar bezweckt, die Bewegungen des  $Mx$  (und des  $Pmx$ ) nach unten (durch  $A_1\beta$ ) und nach hinten (durch  $A_1\alpha$ ) um so vollkommener und energischer zu vollziehen, wodurch sich zugleich das auf den ersten Blick fast wunderlich erscheinende Uebergreifen des Ursprungs des *M. adductor mandibulae* auf die Mandibel selbst leicht erklärt.

## II. Muskeln an den dorsalen Enden der Visceralbogen.

Hierher gehören die Heber und die Anzieher (resp. Oeffner, Schliesser und Rückzieher) des Kiefergaumenapparates, des Kiemendeckels und der Kiemenbogen, welche sich natürlich auf sehr verschiedene Innervationsgebiete vertheilen, aber als räumlich und functionell zusammengehörige Gruppe sich zur gemeinsamen Besprechung empfehlen.

Als bei allen untersuchten Formen wiederkehrende, selbständige Muskeln sind hier zu unterscheiden:

### a) Muskeln des Kiefer- und Zungenbeinbogens.

1. Levator arcus palatini (*Lp*).
2. Adductor arcus palatini (*Ap*).
3. Adductor hyomandibularis (*Ah*).
4. Musculi operculares: Dilatator (*Do*), Levator (*Lo*) und Adductor operculi (*Ao*).

### b) Muskeln der Kiemenbogen.

5. Levatores arc. branch. externi (*Lbe*).
6. Levatores arc. branch. interni (*Lbi*).
7. Interarcuales dorsales: Obliqui dorsales (*Od*) (sup. et inf.), Transversi dorsales (*Td*) und Retractor arc. branch. dorsalis (*Rb*).

### 1. *M. levator arcus palatini* (*Lp*; Figg. 7, 11 und 13).

Eine starke, pyramidenförmige Muskelmasse, die hinter der Augenhöhle ziemlich senkrecht zum *Mpt* hauptsächlich, theilweise auch zum *Hmd* herabsteigt und vom *Maxillaris inferior* innervirt wird. Nach vorn und innen von ihm folgt der *Adductor arc. pal.*,

nach hinten der *Dilatator operc.* und der *Adductor hyomand.*, nach aussen und unten die Kiefermuskulatur.

Bei *Perca*<sup>1)</sup> entspringt er ziemlich schmal, kurzsehnig von der Unterseite des durch Frontale (*Fr*) und Postfrontale (*Pfr*) gebildeten Postorbitalfortsatzes, nimmt rasch an Stärke zu und inserirt sich an der Innenseite des longitudinalen Kammes auf der Aussenfläche des *Mpt* und an dem dahinter liegenden Abschnitt der letztern, sowie an der Aussenfläche des *Hmd* unterhalb einer von der Spitze des *Pop* nach vorn und oben verlaufenden Crista, vor dem Ursprung der Portion *A<sub>1</sub>* des *Adduct. mand.* — *Esox* zeigt eine Ausdehnung des Ursprungs auf das Vorderende des *Sq* und die grössere obere Hälfte des Alisphenoids (*Als*); *Mpt* und *Hmd* besitzen auch hier starke Kämme zur Insertion dieses Muskels.

Bei *Cyprinus* und *Barbus* wie überhaupt bei den Cyprinoiden besteht das eigenthümliche Verhältniss, dass sich das *Fr* nach hinten bis oberhalb der Mitte des *Hmd*gelenkes ausdehnt, wo es unmittelbar an das *Sq* angrenzt, so dass das *Pfr* gar nicht an der Oberfläche zum Vorschein kommt<sup>2)</sup>. Dieses sendet aber etwas tiefer einen starken Fortsatz nach aussen, an dessen vorderes Ende sich dann der nach hinten und unten gewendete Postorbitalfortsatz des *Fr* anlegt, auf diese Weise ein von hinten oben her in die Augenhöhle führendes Loch umfassend, durch welches die vordersten Fasern des *M. dilatator operculi* nach hinten treten. Der *Levator arc. pal.* aber entspringt hier demgemäss fast nur von der Unterseite dieses *Pfr*fortsatzes, nebst dem äussern Ende des *proc. postorbitalis* des *Fr*. Insertion hauptsächlich, bei *Cyprinus* ausschliesslich, an der Basis des Quadratfortsatzes des *Hmd*, nur spärlich am obern Rande des *Mpt*.

Innervirung: Der *Maxillaris inf.* „gibt gleich nach seiner Sonderung oder noch vor derselben einen Zweig ab zu dem Hebe-muskel des Kiefergaumenapparates, der vom hintern Augenhöhlenrande absteigt“ (Stannius l. c. p. 45). Bei *Esox* fanden sich aber ausserdem noch zwei Zweige zu diesem Muskel: der eine ( $\beta$ ) entstammt einem Aestchen, welches noch vor dem eben genannten Zweige vom Trigeminusstamme sich ablöst, über diesen hinweg-

<sup>1)</sup> Cuvier l. c. p. 406: „*Releveur de l'arcade palato-tympanique*“ (nr. 24, Pl. IV et V).

<sup>2)</sup> An der Bildung der Gelenkfläche für das *Hmd* nehmen dann wesentlich bloss das *Pfr* und das *Pet* theil, während dem *Sq* nur die hinterste Ecke zukommt; ganz vorn trägt auch das Alisphenoid noch etwas dazu bei.

läuft und, während es der Insertion des *Lev. arc. pal.* entlang nach aussen zieht, in dessen vordersten Abschnitt den Zweig  $\beta$  abgibt, um sich weiter vorn und aussen zum Theil mit Aesten des *Max. inf.*, hauptsächlich aber mit solchen des *Max. sup.* zu vereinigen — also jedenfalls einer der (auch von Stannius p. 42 erwähnten) natürlich gemischten Verbindungszweige zwischen den Hauptästen des Trigeminus. — Der andere Zweig ( $\alpha$ ) entspringt auf gleicher Höhe wie der vorige vom *Max. inf.*, läuft über diesen wie über den ersten hinweg und tritt in die innere vordere Region des *Lev. arc. pal.* ein.

Wirkung: hebt den Kiefergaumenapparat, was aber, da die Verbindungslinie der Drehpunkte desselben, *Hmd-* und *Ethmo-*palatatingelenk, nach innen vom Ursprung und Ansatz des Muskels fällt, einer Bewegung des ganzen Apparates nach aussen hin gleichkommt, wie sie in regelmässiger Abwechslung mit einer Attraction dieser Theile während des Lebens beständig ausgeführt wird. Am wirksamsten wird der Muskel bei den Cyprinoiden sein, wo der nach aussen vorspringenden Ursprungsstelle wegen die meisten Fasern sogar etwas nach innen verlaufen.

## 2. *M. adductor arc. pal.* (*Ap*; Figg. 7 und 13).

Von der Seite des Schädels fast horizontal nach aussen ziehend, liegt dieser Muskel unten direct dem häutigen Dach der Mundhöhle auf; hinten schliesst sich ihm der *Add. hyomand.* an. Obgleich sein Faserverlauf zu dem des vorigen einen rechten, zum Theil sogar einen sehr spitzen Winkel bildet, ist er doch als dessen Antagonist zu betrachten. Gehört ins Innervationsgebiet des *Facialis*.

Seinen Ursprung nimmt derselbe hauptsächlich (speciell bei *Perca*<sup>1)</sup> und *Esox*) von dem dreieckigen, flügelförmig nach oben strebenden Fortsatz des Parasphenoids (*Ps*) und der daran stossenden vordern Hälfte des Petrosums (*Pet*), bis zu den Austrittsstellen des Trigeminus und des *Facialis* nach oben und hinten reichend, sogar auf das hier articulirende erste Gliedstück des ersten Kiemenbogens übergreifend. *Perca* zeigt noch eine Fortsetzung des Muskels nach hinten in Gestalt einer dünnen Faserlage, die vom *Facialis*loch an nach oben und hinten, unmittelbar über den äussern Hebern der Kiemenbogen, bis zur hintern Spitze des Hyo-

<sup>1)</sup> Cuvier p. 405: „*Abaisseur de l'arcade*“; nr. 22, Pl. V u. VI, Fig. 2.

mandibulargelenkfortsatzes entspringt und in der das *Hmd* von innen bedeckenden, weiter unten die Pseudobranchie tragenden Fascie herabläuft, um sich allmählig darin zu verlieren. Der an der Seite des Schädels ziemlich hoch hinaufgerückte Ursprung der äusseren Kiemenbogenheber trennt also hier die sonst unmittelbar zusammenhängenden Adductoren des *Arc. pal.* und des *Hmd* fast völlig von einander. — Bei *Perca* und *Esox* ist der Muskel vorn dünn, hinten dagegen sehr mächtig, wo er sich beinah mit der Innenseite des *Lev. arc. pal.* berührt. Bei *Cyprinus* und *Barbus* jedoch bildet er eine ziemlich gleichmässig dicke Schicht, die hinten kaum noch von der vordersten Spitze des *Pet*, wesentlich nur von der Seite des *Ps* und dem angrenzenden untern Rande des Orbitosphenoids (*Os*) entspringt und vorn sogar noch das Praefrontale (*Prfr*) erreicht.

Insertion bei *Perca* an der Innenseite der obern Hälfte des *Mpt* und des vordern obern Theils des *Hmd* bis zur innern Oeffnung des Canals für den Facialis; bei *Esox*, *Cyprinus* und *Barbus* nur am *Mpt*, und zwar hinten an dessen Innen-, vorn, wo sich sein oberer Rand scharf nach innen biegt, an dessen Aussenseite, ziemlich weit auf das Entopterygoid (*Enpt*) übergreifend.

Innervirung vom *Facialis*, „*Ramus ad musc. adductorem arcus palatini*“ (Stannius, p. 61), welcher sich „von demselben Punkte des Stammes aus vorwärts erstreckt, von dem aus der *R. opercularis*, nach hinten strebend, abgeht“<sup>1)</sup>. Bei manchen Knochenfischen, worunter auch *Perca*, soll dieser Muskel seine Nerven aus dem *R. palatinus* erhalten (Stannius, p. 56).

<sup>1)</sup> Hinsichtlich des letztern wird ebendasselbst angegeben, dass er sich bei den Knochenfischen, welche einen *R. communicans* vom *N. trigeminus* erhalten, meist noch vor Hinzutritt des letzteren vom Stamme des *N. facialis* ablöse; und p. 47 heisst es von diesem *R. communicans*, dass er die Schädelhöhle meist mit dem *Truncus maxillaris* des *Trigeminus* verlasse und sich sogleich hinterwärts wende, „um den eben ausgetretenen *Tr. hyoideo-mandibularis* des *Facialis*, der indessen seine Muskeläste zum Heber des Operculum und gewöhnlich auch den für den Gaumenmuskel schon abgegeben hat, zu verstärken.“ — Ich finde bei *Esox* wenigstens, dass der *R. communicans* schon ungefähr in der Mitte des Verlaufs des *Trig.* durch das *Pet* von diesem unter beinah spitzem Winkel nach hinten abbiegt und durch einen besondern Canal im *Pet* zum Stamme des *Facialis* verläuft, den er indessen noch innerhalb der Schädelwand, kurz vor seinem Austritt erreicht. Demgemäss gehen denn auch der *R. operc.* sowohl wie der *R. ad musc. adduct. arc. pal.* erst nach Vereinigung des *R. communicans* mit dem *Fac.* vom Stamme des letzteren ab.

Wirkung: dreht den Kiefergaumenbogen und damit den ganzen Opercularapparat nach innen und unten, hiedurch dem vorhergehenden, ebenso aber auch dem Oeffner und Heber des Operculum entgegenwirkend.

### 3. *M. adductor hyomandibularis* (*Ah*).

Vollständig in den schmalen Raum zwischen Schädelwand und *Hmd* eingeschlossen und durch letzteres bedeckt, hat auch dieser Muskel einen sehr kurzen horizontal nach aussen oder etwas nach unten gerichteten Verlauf. — Bei *Perca*<sup>1)</sup>, wo sich die äusseren Hebemuskeln der Kiemenbogen sehr hoch empordrängen, bleibt für seinen Ursprung nur die hintere obere Ecke des *Pet* übrig und ebenso ist seine Insertion auf den über und hinter dem Opercularfortsatz des *Hmd* gelegenen Theil seiner Innenfläche beschränkt, erscheint er also vom *Adduct. arc. pal.* durch eine breite Lücke getrennt. Bei *Esox* dagegen schliesst er unmittelbar an diesen Muskel an, eigentlich nur durch den zwischen beiden verlaufenden Stamm des *Facialis* von ihm geschieden; überdies greift sein Ursprung von der hintern Hälfte des *Pet* erheblich auf das *Sq* über, seine Fasern steigen stark abwärts und inseriren sich am *Hmd* unterhalb der innern Oeffnung des Facialiscanal. Bei den *Cyprinen* ist die ganze Aussenfläche des *Pet* sowie des daran grenzenden Abschnitts des *Ps* für seinen Ursprung frei geblieben, der gleichfalls die unmittelbare Fortsetzung des vorigen bildet, und die Insertion umfasst die Innenfläche der grössern obern Hälfte des *Hmd* bis zum *Mpt* herab. Hier zieht der *Facialis* mitten durch den Muskel hindurch oder sondert vielmehr eine kleine hintere Portion (dem ganzen Muskel bei *Perca* gleichwerthig) von der Hauptmasse desselben.

Innervirung: durch einige feine Zweige, welche der Stamm des *Facialis* nach Abgang des R. opercularis und des R. ad musc. add. pal. abgibt<sup>2)</sup>.

Wirkung: unterstützt einfach diejenige des *Adduct. arc. pal.*

---

<sup>1)</sup> Cuvier l. c. nr. 26 („*Abaisseur de l'opercule*“), vordrer Theil.

<sup>2)</sup> Stannius rechnet diesen Muskel, Cuvier folgend, zu den (mit Nr. 26 bezeichneten) „vom Schädel zum Operculum tretenden“ Muskeln (l. c. S. 61), welche hauptsächlich vom R. opercularis versorgt werden. Das gilt aber entschieden für den *Adduct. hyomand.* nicht.

4. *Mm. operculares.*

a. *Dilatator operculi* (Do; Figg. 7, 11 und 13). — Derselbe schliesst überall dicht an den *Levator arc. pal.* an und ist an seinem Ursprung oft nur künstlich von ihm zu trennen. Verhältnissmässig am schwächsten erscheint er bei *Esox*, wo sich sein Ursprung auf den Aussenrand des *Sq*, bis beinahe oberhalb des hintern Endes des *Hmd*gelenkes, und die ganze äussere Fläche des *Hmd* bis zu dem früher erwähnten schief nach oben und vorn verlaufenden Kamm desselben herab beschränkt. Der ziemlich flache Muskel zieht mit convergirenden, zum Theil sehnigen Fasern, von der Spitze des *Pop* halb bedeckt, nach dem über das Gelenk mit dem *Hmd* nach vorn und oben vorspringenden Fortsatz des *Op*, wo er sich inserirt. Ihm schliesst sich von unten ein kleines Bündel (Fig. 7, Doß) an, das von der Innenseite des *Pop* und dem hintern Rande des Praeopercularfortsatzes des *Hmd* stammt, sich also zwischen die hintersten Fasern der Portionen *A<sub>2</sub>* und *A<sub>3</sub>* des Kiefermuskels einschiebt. — *Perca*<sup>1)</sup> zeigt eine Ausbreitung des Ursprungs vorn auf das *Pfr*, hinten bis ans hintere Ende des allerdings verhältnissmässig kürzeren *Sq*; bei *Cyprinus* und *Barbus*, wo die lateralen Fortsätze des *Fr* und *Pfr* in der oben (S. 499) geschilderten Weise ein in die Orbita führendes Loch umschliessen, entspringen die vordersten Fasern des *Dilat. operc.* ziemlich über der Mitte des Auges von der Unterseite des *Fr* und ziehen fast horizontal nach hinten, während sich ihnen von unten die an der Ober- und Aussenfläche des *Pfr* und seines Fortsatzes sowie des angrenzenden Theils des *Hmd*, von oben die an der Unterfläche des *Sq* entstehenden Fasern anschliessen, letztere vollkommen senkrecht nach unten verlaufend.

Innervirung: Der schon früher (S. 499) erwähnte Zweig des *Maxill. inf.*, welcher den *Levator arc. pal.* versorgt, setzt sich zwischen ihm und der Schädelwand nach hinten und oben fort und dringt dann von oben und vorn her in den *Dilat. operc.* ein, sowohl die vordern als auch die vom *Sq* und *Hmd* kommenden Partien des Muskels versorgend<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Cuvier l. c. nr. 25 („*Releveur de l'opercule*“), grössere vordere Hälfte.

<sup>2)</sup> Stannius (l. c. S. 45) nennt als Verbreitungsgebiet dieses Zweiges blos „den Hebemuskel des Kiefergaumenapparates“ und citirt dazu „Cuvier l. c. nr. 24“, womit also nur unser *Lev. arc. pal.* gemeint sein kann. Anderseits lässt er (ibid. S. 61) den *R. opercularis*

Wirkung: öffnet speciell das Operculum, unterstützt aber auch (namentlich bei den Cyprinoiden durch die hinterste senkrechte Portion) die Wirkung des *Lev. arc. pal.* und des *Lev. operc.*

b. *Levator operculi* (*Lo*; Figg. 7, 11—13). — Entspringt hauptsächlich von der hinteren Ecke und dem nach hinten unten absteigenden Fortsatz des *Sq*, bei *Esox* und den Cyprinoiden übergreifend auf den hintern Rand des *Hmd*, während bei *Perca* ein sehr dünnes Bündel vom Vorderrande des Supraclaviculare (*Sc*) kommend dazu tritt. Insertion am mittleren Drittel des obern Randes des *Op* und einem demselben parallel laufenden oder nach hinten absteigenden Kamm der Innenfläche; blos bei *Esox* heften sich die divergirenden Fasern ausser am ganzen obern Rande auch noch an der Aussenseite fest.

Innervirung durch den *R. opercularis Fac.*, welcher nach seiner Ablösung vom Hauptstamm bald nach dessen Austritt aus dem Schädel entweder gerade nach unten und hinten (Cyprinoiden) oder erst eine lange Strecke ungetheilt nach oben und hinten verläuft (*Esox*), dem *Adduct. hyomand.* aufliegend, um erst hinter dem *Hmd* nach unten und aussen zu biegen und sich im *Levator* sowie im *Adductor operculi* zu vertheilen <sup>1)</sup>.

Wirkt hauptsächlich als Heber, doch auch, besonders mit den hintersten Bündeln, als Schliesser des Kiemendeckels.

c. *Adductor operculi* (*Ao*). — Bildet überall die ziemlich directe Fortsetzung des *Adduct. hyomand.* nach hinten und entspringt dem entsprechend bei *Esox* von dem nach hinten absteigenden Flügel des *Sq*, bei *Perca* <sup>2)</sup> vom Opisthoticum, bei den Cyprinen, wo er relativ sehr stark ist, von der hintern obern Ecke des *Pet*, aus der tiefen vom *Sq* und Epioticum bedeckten Grube. — Insertion am *Op*, nahe dem obern Rande, meist zwischen die Gelenkpfanne und die Insertion des *Lev. Operc.* eingeschoben. Bei *Esox* befestigt sich ziemlich die vordere Hälfte des Muskels an der Innenseite des Opercularfortsatzes des *Hmd*,

*Fac.* allgemein sich „in den Muskeln vertheilen, welche vom Schädel zum Operculum treten“, mit Hinweisung auf Cuvier, l. c. nr. 25 und 26. Der Oeffner des Kiemendeckels gehört aber ganz bestimmt noch dem *Trigeminus* an.

<sup>1)</sup> Das von Stannius (l. c. S. 61) für *Esox* angegebene Verhalten des *R. opercularis Fac.* fand ich nicht bestätigt; dagegen wurde Verbindung der hintersten Ausläufer desselben mit Elementen des *R. opercularis Vagi*, die Stannius blos für *Diodon* und die Cyprinen anführt, auch bei *Perca* beobachtet.

<sup>2)</sup> Cuvier, l. c. nr. 26, hinterer Abschnitt.



an den Ursprung der hintersten Fasern des *Adduct. mandib.*, Portion *A<sup>3</sup>* anstossend.

Innervirung siehe den vorigen Muskel.

Schliesst das Operculum, adducirt aber zugleich (speciell bei *Esox*) den ganzen Kiefergaumenapparat.

##### 5. *Levatores arc. branch. externi* <sup>1)</sup> (*Lbe*).

Ein Bündel von derselben Stelle am Schädel entspringender, meist spindelförmiger Muskeln, die sich fächerförmig ausbreiten und an den obern Enden der Kiemenbogen befestigen. Am geringsten ist ihre Zahl (3) bei *Esox*, wo die Bogen stark verlängert und nach hinten gewendet sind, am grössten (5) bei den Cyprinen mit fast quer nach aussen verlaufenden Epibranchialstücken.

Der Ursprung liegt bei *Esox* und *Perca* unterhalb des Hyomandibulargelenkes am *Pet* und *Sq*, zwischen die Ursprünge des *Adductor arc. pal.* und des *Adduct. hyomand.* resp. *Add. operc.* eingeschoben. Während die beiden vordern Muskeln (bei *Esox* breite dicke Bänder darstellend) gerade nach unten und etwas nach aussen gehen, wenden sich die übrigen stark nach hinten. Bei den Cyprinen entspringen die einzelnen Bündel fast ganz gesondert, längs eines vom *Pet* auf das *Occip. laterale* oberhalb der Austrittsstellen des *Fac.* und des *Glossophar.* und *Vagus* hinziehenden Kammes und aus der darüber liegenden tiefen Grube; bei *Barbus* greift der Ursprung des hintersten Bündels sogar auf die Aussenfläche des *Supraclaviculare* über.

Insertion. Die Vertheilung an die einzelnen Kiemenbogen und ihre Stücke ist ziemlich verschieden. Bei *Esox* geht von der Vorderseite des ersten breiten Bündels ein kleiner Theil zu dem nach hinten oben strebenden Fortsatz des *Epbr I* (Epibranchiale des ersten Kiemenbogens), welcher mit einem entsprechenden Fortsatz vom *Phbr II* (Pharyngobranchiale des zweiten Kiemenbogens) articulirt, während der Haupttheil sich längs des hintern Randes des *Phbr II* befestigt. Ganz ähnlich gibt die zweite noch mächtigere Portion, die am *Phbr III* sich inserirt, von ihrer Aussenseite ein schwaches Bündel an einen entsprechenden Fortsatz des Hinterrandes von *Epbr II* ab; die Insertion der ersteren aber setzt sich ohne jede Unterbrechung, da

---

<sup>1)</sup> Cuvier l. c. p. 410, nr. 30; „*premier faisceau (des muscles de l'appareil branchial), rubans externes.*“

die betreffenden Stücke innig mit einander verbunden sind, auf die Aussenfläche von *Phbr IV* fort, und vom Hinterrande dieser Portion löst sich endlich ein stärkeres Bündelchen ab, das wie an den vorhergehenden Bogen zum erwähnten Fortsatz des *Epbr III* geht. Es sind demnach eigentlich drei Muskeln zu unterscheiden, deren jeder in eine hintere Hauptportion zum *Phbr* des 2., 3. und 4. Bogens und ein vorderes kleines Bündel zum *Epbr* des 1., 2. und 3. Bogens zerfällt, von denen aber die beiden hintern ungetrennt bleiben. — *Perca* zeigt vier gesonderte Portionen, die alle jeweils an dem beschriebenen Fortsatz des Hinterrandes des *Epbr I, II, III* und *IV* sich inseriren, also den kleinen vordern oder äussern Bündeln von *Esox* entsprechen. — Aehnlich bei den Cyprinen, wo aber die Insertion ziemlich die ganze obere Fläche des horizontal nach innen gebogenen Theils der *Epbr<sup>ia</sup> I—IV* in Anspruch nimmt; die hier dazukommende fünfte Portion, besonders bei *Barbus* fast ganz mit der vierten vereinigt, geht an die Hinterfläche und äussere Kante des grossen untern Schlundknochens.

Innervirung. Bei *Perca* und den Cyprinen treten die für die einzelnen Bogen bestimmten *Ri. branchiales Glossoph.*<sup>i</sup> resp. *Vagi* jeweils vor der am *Epbr* des betreffenden Bogens sich inserirenden Portion nach aussen und geben dabei diesen einen feinen Ast ab<sup>1)</sup>; bei *Esox* findet dasselbe hinsichtlich der hier an den *Phbr<sup>ia</sup>* befestigten Muskeln statt, derart, dass also die erste Hauptportion, die sich am *Phbr II* weit nach vorn erstreckt und den Stamm des Glossopharyngeus fast in spitzem Winkel um ihren Vorderrand zu biegen zwingt, von diesem versorgt wird — was beides darauf hindeutet, dass die kleinen, zu den Fortsätzen der *Epbr<sup>ia</sup> I—III* gehenden Bündel übereinstimmend mit dem Befund bei den übrigen Formen das Primäre, die Hauptportionen secundär auf die nächst hintern Bogen übergegangene Bildungen sind.

Wirkung: ziehen die Kiemenbogen gegen den Schädel empor; die hintern Portionen bewegen aber ihre Bogen zugleich nach aussen, erweitern also die Spalten zwischen denselben. Bei den Cyprinen werden die Schlundknochen wesentlich durch diesen Muskel gegen die Knochenplatte an der Unterseite des Basioccipitale gepresst.

#### 5 b. *Levatores arc. branch. post. (Lbp).*

Bei *Perca* kommen zu den beschriebenen äusseren Hebern

---

<sup>1)</sup> Vgl. Stannius, l. c. S. 79 und 89.

der Kiemenbogen noch zwei hintere<sup>1)</sup>, welche dem vierten und fünften Bogen anzugehören und durch das Herabrücken des *Adduct. operc.* vom gemeinschaftlichen Ursprung der vordern abgedrängt worden zu sein scheinen. — Der eine der beiden spindelförmigen Muskeln entspringt am *Opisthoticum*, unmittelbar über der Austrittsstelle des *Vagus*, hinter dem Ursprung des *Adduct. operc.*, und inserirt sich am Hinterrande von *Epbr IV*, nach aussen und unten von der Insertion des vierten äussern Hebers. — Der andere Muskel kommt mit sehr schmaler Sehne von der nach hinten gerichteten Spitze des *Sq*, convergirt mit dem vorigen etwas und geht mit einem Theil seiner Fasern in diesen über, während der grössere Rest in der am Hinterrand des vierten und weiter unten auch am fünften Kiemenbogen befestigten Fascie der Schlundwand ausläuft.

Innervirung durch Zweige der *Ri. pharyngei infer. Vagi*, welche unter diesen Muskeln hervor nach hinten und unten treten<sup>2)</sup>.

Wirkung: ziehen den hintern Theil des Kiemenkorbes nach oben.

#### 6. *Levatores arc. branch. interni (Lbi)*.

Diese Muskeln fehlen *Esox*, wo die Kiemenbogen der Seite des Schädels so dicht anliegen — sofern man nicht die dort an den *Phbr<sup>ia</sup>* des zweiten und dritten Bogens sich inserirenden Hauptportionen der äussern Heber als Homologa der innern Heber betrachten will. — Bei *Perca*<sup>3)</sup> und den Cyprinen stellen sie zwei resp. drei schmale Muskelbäuche dar, welche dicht unterhalb des Ursprungs der äussern Heber (bei *Cyprinus* zwischen dem ersten und zweiten eingeschoben) am *Sq* odër *Pet* entspringen, ziemlich senkrecht nach unten und etwas nach innen laufen und sich am *Phbr II* und *III* befestigen, während das dritte Bündel der Cyprinen zum innern Ende des *Epbr* des (hier eines *Phbr* entbehrenden) vierten Bogens geht.

<sup>1)</sup> Cuvier, l. c. p. 411, „*deuxième faisceau*“; nr. 32 u. 33.

<sup>2)</sup> Der *R. opercularis Vagi*, welcher sich auch bei *Perca* mit dem *R. operc. Facialis* vereinigt (was Stannius l. c. S. 97 nur für die Cyprinen und Acipenser angibt), zeigt hier das merkwürdige Verhalten, dass er sich unterhalb des vordern der beiden beschriebenen Muskeln in zwei Aeste theilt, die seinen Ursprung von beiden Seiten umfassen und oberhalb desselben wieder mit einander verschmelzen.

<sup>3)</sup> Cuvier l. c. p. 411, „*rubans internes*“ (*du premier faisceau*); nr. 31.

Innervirung: durch Zweige der *Ri. branch. Vagi* ihrer betreffenden Bogen, welche (namentlich bei *Barbus*) erst an ihrer Innenseite nach vorn und dann in spitzem Winkel um sie herum nach aussen und hinten biegen müssen — dasselbe Verhalten also, wie es oben bei *Esox* für die Hauptportionen der äussern Heber geschildert wurde.

Wirkung: heben die innern obern Enden der Kiemenbogen und ziehen sie etwas nach aussen, entfernen sie also von denen der andern Seite.

### 7. Interarcuales dorsales (*Iad*).

Unter dieser Bezeichnung müssen hier verschiedene Muskeln zusammengefasst werden, von denen die einen allerdings zwischen den Gliedern desselben oder zweier benachbarter Bogen gespannt sind, während dagegen die andern quer unter der Schädelbasis weg von den Bogen der einen zu denen der andern Seite hinüberziehen, zum Theil auch am Schädel sich befestigen. Ihre Ableitung von solchen der erstern Art kann jedoch kaum zweifelhaft sein. Die ersteren werde ich als *Obliqui dorsales* (*Od*), die letzteren als *Transversi dorsales* (*Td*) bezeichnen.

#### a. *Obliqui dorsales*.

In grösster Anzahl treffen sich diese bei den Cyprinen, als vier sehr kurze und schwache Muskelchen (*Obliqui dors. inferiores*<sub>1-4</sub>), welche an der Unterseite der horizontal nach innen gerichteten obern Enden der *Epbr*<sup>ia</sup> zwischen dem 1. und 2., dem 2. und 3. und dem 3. und 4. Bogen liegen, quer zur Richtung der Stücke verlaufend. Ansehnlicher, zum Theil sehnig ist der vom *Epbr IV* zur Vorderseite des obern Endes des Schlundknochens gehende, etwas nach hinten absteigende Muskel.

Bei *Esox* finden sich in gleicher Lage nur drei fast rudimentäre Bündelchen, unterhalb der oben erwähnten, mit einander articulirenden Fortsätze je des *Epbr* eines vordern und des *Phbr* eines nächst hintern Bogens, also vom *Epbr I—III* zum *Phbr II—IV* gehend, nach hinten aufsteigend. — Ausserdem treten aber hier noch zwei obere, nach hinten absteigende, bedeutend grössere Muskeln auf (*Obliqui dors. superiores*<sub>1</sub> u. <sub>2</sub>). Der vordere von beiden entspringt beinahe längs des ganzen Vorderrandes und der obern breiten Fläche des *Phbr III*, der zweite unmittelbar dahinter am Hinterrande dieses Stückes und der Oberseite von *Phbr IV*; sie verlaufen parallel nach hinten und aussen und

befestigen sich kurzsehnig an den mehrerwähnten Fortsätzen von *Epbr III* und *IV*.

Eine eigenthümliche, *Esox* ausschliesslich zukommende Bildung ist ferner ein als *Obliquus dors. posterior* (*Odp*, s. Fig. 9) zu bezeichnender Muskel, welcher von der Hinterseite des obern Endes des *Cbr IV* breit fleischig entspringt, als kurzes spindelförmiges Bündel nach vorn, innen und unten zieht, in unmittelbarem Anschluss allerdings an die Schlundkopfmusculatur, und sich am freien hintern Ende des untern Schlundknochens inserirt, jedoch einen Theil seiner Fasern direct in den *Pharyngeus transvers.* übergehen lässt. — Der Muskel liegt hienach weit von den übrigen *Obliqui dors.* entfernt an der Unterfläche des Kiemengerüsts, muss aber trotzdem jedenfalls den erstern beigerechnet werden.

Innervirung durch einen Zweig des *Trunc. pharyng. inf. Vagi*, welcher erst nahe dem untern Ende des Muskels in diesen eindringt, rasch sich vertheilend.

Wirkung: zieht die untern Schlundknochen nach oben und hinten, vertritt also hier gewissermaassen die Stelle des *Retractor arc. branch.* der Cyprinen.

*Perca* hat die *Obliqui dors. inf.* vollständig verloren, und von den *Obliq. dors. sup.* findet sich in gleichen Beziehungen wie bei *Esox* nur ein ziemlich kräftiger Muskel, welcher von der Oberseite des *Phbr III* entspringt und nach hinten aussen zum Fortsatz des *Epbr III* und benachbarten Theilen des *Epbr IV* geht, also offenbar dem zweiten (nebst einem Theil des ersten) von *Esox* entspricht<sup>1)</sup>.

Innervirung: für die *Obliqui dors. inf.* gar nicht, für die *sup.* blos bei *Perca* mit Sicherheit nachgewiesen: durch einen Zweig des für den dritten Kiemenbogen bestimmten *R. branch. Vagi*. Ohne Zweifel werden aber auch alle andern von den Vagusästen der betreffenden Bogen aus versorgt.

Wirkung: die *Obliqui dors. inf.* nähern die einzelnen Kie-

---

<sup>1)</sup> Cuvier bemerkt l. c. p. 413: „Les transverses supérieurs (nr. 39) sont au nombre de trois, et vont de chaque pharyngien à la portion voisine de l'arceau. Le dernier est commun aux pharyngiens et aux arceaux des deux côtés.“ Der letztere ist zu unsern *Transversi dors.* zu rechnen; von den erstern, die hienach zwischen *Phbr II* und *III* und *Epbr* derselben Bogen verlaufen sollten, habe ich blos den des dritten Bogens gefunden, der aber zugleich dem vierten angehört.

menbogen einander; die *sup.* werden hauptsächlich, da eigentlich nur das *Phbr I* mit dem Schädel fester verbunden ist, die hintern Bogen nach oben und an die vordern heranziehen. Erstere sind jedoch meist zu schwach, um eine irgend erhebliche Wirkung ausüben zu können.

b. *Transversi dorsales.*

Allen untersuchten Formen gemeinsam ist nur der hinterste dieser Muskeln, welcher vom hintern obern Rande des vierten (und meist auch des dritten) Bogens ausgeht und in unmittelbarem Anschluss an den eigentlichen *Constrictor pharyngis*, dessen vorderstes Ende er in der That darstellt, in der obern Schlundwand quer nach der andern Seite hinüberzieht. Bei den Cypri-  
nen bleibt dies auch der einzige Vertreter dieser Gruppe. — Bei *Esox* tritt ein schwacher Muskel hinzu, der freilich fast ebenso gut als *Retractor arc. branch.* bezeichnet werden dürfte. Er entspringt breit und flach am Vorderrande des *Phbr III* und zieht, den Ursprung des vordern *Obliquus sup.* bedeckend, horizontal nach hinten und innen, bald in eine breite starke Aponeurose auslaufend, deren vorderer Theil an der Seite des *Ps* und *Basioccipitale* Befestigung findet, während der hintere in die obere Schlundwand überkleidende Fascie ausläuft und so in diejenige der andern Seite übergeht. Die Faserrichtung des Muskels kreuzt demnach die des Schlundmuskels beinahe unter rechtem Winkel.

*Perca* besitzt zwei selbständige *Transversi*. Der vordere <sup>1)</sup> entspringt an der Oberfläche des innern Endes von *Epbr II*, nach vorn und innen von der Insertion des entsprechenden äussern Kiemebogenhebers, und zieht als dicker, sich verbreiternder Muskel horizontal nach innen, den Ursprung des einen hier vorhandenen *Obliq. dors. sup.* bedeckend; die obersten Fasern heften sich der Unterseite des *Ps* an, der ganze Muskel aber geht continuirlich in den der andern Seite über. — Der hintere Muskel <sup>2)</sup> stellt ein breites, flaches Bündel dar, welches vom hintern Ende des *Phbr III* und der Oberseite des *Phbr IV* kommt und die Insertion des *Retractors* bedeckend quer nach der andern Seite zieht.

Innervirung. Die an die Ringmuskulatur des Schlundes

<sup>1)</sup> Cuvier l. c. p. 412: „La partie supérieure du deuxième arceau a un muscle particulier attaché au côté de la base du crâne“; auf Taf. V, Fig. 1 und Taf. VI, Fig. 3 mit nr. 34 bezeichnet.

<sup>2)</sup> Bei Cuvier als letzter der drei „*Transverses supérieurs*“ unter nr. 39 aufgeführt; vgl. die Anmerkung auf voriger Seite.

sich anschliessenden Theile werden durch Zweige des *Truncus pharyng. inf. Vagi* versorgt, die beiden Transversi bei *Perca* durch Zweige ihrer betreffenden Kiemenbogenäste des Vagus; für *Esox* nicht nachgewiesen.

Wirkung: nähern die obern Bogenenden einander und verengern den hintern Abschnitt der Kiemenhöhle; die am Schädel sich befestigenden Theile bei *Esox* und *Perca* bewirken zugleich Rückziehung des ganzen Apparats.

Hier schliesst sich naturgemäss an der

(7 c.) *Retractor arc. branch. dorsalis* (Rbd).

Wie erwähnt zeigt der *Transv. dors.* bei *Esox* und theilweise auch der vordere der beiden Transversi von *Perca* ziemlich die Verhältnisse des Retractors. Bei letzterer findet sich aber ausserdem ein eigentlicher Rückzieher<sup>1)</sup>, welcher als kräftiger Muskel von der Seite des Körpers des dritten Wirbels ausgeht, die vordersten Fasern des Schlundmuskels von hinten und oben her durchsetzt und sich am innern Ende des *Phbr IV* befestigt. — Dicht neben seiner Insertion entspringt ein schwaches Faserbündel, das gerade nach hinten verläuft und sich in der Ringmuskulatur des Schlundkopfs verliert: wohl nur ein aberrirendes Bündel der Längsmuskulatur des Oesophagus.

Die Cyprinen zeigen diesen Muskel entsprechend der starken Entfaltung des fünften Bogens mächtig entwickelt. Von der Seite des nach hinten und unten gehenden unpaaren Fortsatzes des Basioccipitale (welcher sich an seiner Basis zum Widerlager für die untern Schlundknochen verbreitert) entspringt sehnig eine breite dicke Muskelplatte, die stark ausgebreitet nach vorn und aussen geht und sich längs des ganzen äussern Randes des obern (senkrechten) Theils des V. Bogens inserirt. Vom obern Rande des Muskels löst sich überdies ein selbständiges Bündel ab, das nach oben und vorn aufsteigt und, von der Insertion der fünften Portion des *Levator arc. branch. ext.* bedeckt, an der obersten Spitze des V. Bogens Befestigung findet.

Innervirung durch Zweige des *Trunc. pharyng. inf. Vagi*<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Cuvier l. c. p. 411: „*Troisième faisceau*“ (des muscles de l'appar. branch.); nr. 41, Tf. VI, Figg. 2 und 4.

<sup>2)</sup> Stannius gedenkt dieser Muskeln l. c. S. 90: „Wo, wie dies z. B. bei *Diodon* der Fall ist, starke Muskeln von den Wirbelkörpern aus an den Schlundkopf treten, erhalten auch diese ihre Zweige vom N. vagus“ [und zwar speciell von den *Ri. pharyng. inferiores*].



Wirkung: ziehen im Verein mit den ventralen Retractoren den ganzen Kiemenbogenapparat nach hinten (und oben); bei den Cyprinen wirken sie wesentlich als Kaumuskeln durch Andrücken der Schlundzähne gegen die Basioccipitalplatte und Annäherung der beiderseitigen untern Schlundknochen an einander.

Nur minimale Rudimente fanden sich von zwei andern den Kiemenbogen ausschliesslich angehörigen Muskelgruppen vor, die bei den Selachiern sowohl wie bei Chimaera und Acipenser in bedeutender Entfaltung auftraten. — Die *Mm. adductores arc. branch.*, nur bei einem grossen Exemplar von *Esox* deutlich nachweisbar, bestehen aus wenigen blassen Fäserchen, die im innern Winkel zwischen den einander zugekehrten Enden des *Epbr* und *Cbr* (Ceratobranchiale) der ersten drei Bogen liegen, ganz im Bindegewebe zerstreut, jedenfalls ohne alle Leistungsfähigkeit. Den Cyprinen fehlen sie entschieden durchaus. — Als Reste der *Mm. interbranchiales (Ibr)* sind die kurzen dünnen Muskelfasern zu betrachten, welche (gleichfalls nur bei *Esox* nachgewiesen) auf der Vorderseite der ersten drei Bogen, jedoch hauptsächlich nur längs des *Hbr* und des untern Endes des *Epbr*, vom äussern Rande des Stücks senkrecht zur Längendimension desselben, als ziemlich continuirliche schmale Muskelschicht nach aussen und hinten zur Basis der knorpeligen Kiemenstrahlen verlaufen (*Ibr*<sub>1</sub>, <sub>2</sub> und <sub>3</sub>, Taf. XIII, Fig. 9). Auf der Hinterseite derselben Bogen finden sich blos zerstreute Spuren einer solchen Schicht in der Nähe des hintern Winkels. — Bei einem nachträglich darauf untersuchten andern Cyprinoiden (*Abramis Brama*) liess sich selbst unter dem Mikroskop keine Spur von Muskelfasern an den betreffenden Stellen beobachten. — Innervirung selbstverständlich durch den zugehörigen Vagusast <sup>1)</sup>. — Wirkung: vermögen wohl höchstens die vordere Kiemenblättchenreihe etwas von der hintern abzuheben.

<sup>1)</sup> Stannius sagt (l. c. S. 89): „In der Rinne [der Kiemenbogen], neben den Gefässen gelegen, gibt der Tr. branchialis, wie dies namentlich sehr deutlich erkennbar ist bei den Plagiostomen, Zweige für das aus quergestreiften Primitivbündeln bestehende muskulöse, zwischen den Kiemenblattreihen gelegene Diaphragma ab.“ Die letztere Bemerkung („zwischen“ etc.) kann aber natürlich nicht, wie der Text vermuthen lässt, auch auf die Knochenfische bezogen werden.

### III. Muskeln an den ventralen Enden der Visceralbogen.

Die hier ausgespannten Muskeln zeigen zum Theil ziemlich wechselnde Beziehungen, weshalb sich für diese eine mehr unbestimmt gehaltene Benennung empfahl. Sie lassen sich nach ihrer Zugehörigkeit zu den einzelnen Theilen des Visceralskelets ungefähr in folgende Untergruppen einordnen:

- a) Muskeln am Kiefer- und Zungenbeinbogen.
  - 1. Intermandibularis (*Im*).
  - 2. Genio-hyoideus (*Gh*).
  - 3. Hyo-hyoideus (sup. et inf.) (*Hhs*, *Hhi*).
- b) Muskeln an den eigentlichen Kiemenbogen.
  - 4. Interarcuales ventrales (Obliqui et Transversi) (*Ov*, *Tv*).
- c) Muskeln der untern Schlundknochen.
  - 5. Pharyngo-hyoideus (*Ph*).
  - 6. Pharyngo-arcualis (*Pa*).
  - 7. Pharyngeus transversus (*Ptr*).
  - 8. Pharyngo-claviculares (externus et internus) (*Pce*, *Pci*).

#### 1. *M. intermandibularis* (*Im*; s. Figg. 10 und 12; Fig. 8, *Im*<sup>1</sup>).

Bei den Cyprinen sehr schwacher, bei *Esox* und *Perca*<sup>1)</sup> verhältnissmässig starker, quer verlaufender Muskel, welcher an der Innenseite des Unterkiefers vom vordersten Ende an eine kleine Strecke weit rückwärts entspringt und als flaches Band zur andern Seite hinübergeht, jedoch nur in der Mitte unmittelbar unter der Haut liegt, während er beiderseits sowohl von oben als von unten her durch die Insertion des Geniohyoideus eingefasst wird.

Innervirung: durch den unterhalb der *cart. Meck.* entlang nach vorn ziehenden und mit dem Ast des *Maxillaris inf. Trig.* vereinigten *R. mandib. Fac.* (vgl. oben S. 496; Taf. XIII, Fig. 8, *FM*,<sup>16</sup>). Die Vereinigung beider ist so innig, dass es unmöglich ist, den Antheil des einen oder andern Stammes an der Versorgung dieses wie des folgenden Muskels anzugeben; und auch die Bemerkung von Stannius (l. c. S. 46), dass „diese Muskelzweige auch bisweilen von einem Zweige des obern Astes [des *Maxill. inf.*] abgehen“, bietet keinen Anhalt, da dieser letztere gleichfalls der Regel nach mit Zweigen des *R. mandib. Fac.* verschmilzt.

<sup>1)</sup> Cuvier l. c. p. 405; nr. 21.

Wirkung: bewegt die Unterkieferhälften gegen einander; jedenfalls ist er aber bei den Cyprinen so gut wie gar nicht mehr leistungsfähig.

2. *M. genio-hyoideus* <sup>1)</sup> (*Gh*; s. Figg. 8, 10 und 12).

Entspringt von der Aussenseite der obern Hälfte des *Chy* (Ceratomyale), dem vordern (untern) Rande genähert, bei *Esox* auf die Basis der untersten Kiemenhautstrahlen, bei *Cyprinus* auf das *Ehy* (Epihyale) übergreifend. Der meist sehr dicke und breite Muskel zieht nach vorn, innen und unten, kommt in der Medianlinie entweder bloß zur Berührung mit dem anderseitigen Muskel (*Barbus*) oder zu mehr oder weniger ausgedehnter Verwachsung und Faseraustausch, was sich bei *Cyprinus* auf das ganze mittlere Drittel erstreckt. Stets divergiert aber die Hauptmasse der Muskeln wieder erheblich, um sich nun auf verschiedene Weise am Unterkiefer zu befestigen. Bei *Barbus* (Fig. 12) entsteht eine kurze starke Sehne, die zwischen die Fasern des *Intermandibularis* eindringt und z. Th. von ihm umhüllt an die Innenseite des *Dent.* gelangt; bei *Cyprinus* liegt die Insertion unterhalb des Quermuskels; bei *Perca* und *Esox* desgleichen (Fig. 10, *Gh*<sub>4</sub>), aber ausserdem treten die obersten Fasern der beiderseitigen Muskeln zu einer breiten medianen Sehne zusammen, die oberhalb des *Intermand.* nach vorn geht (*Gh*<sup>t</sup>, Fig. 10 und 8), in den Boden der Mundhöhle vor der Zunge. Bei *Esox* und *Cyprinus* kommt noch dazu, dass vom Aussenrande des Muskels gleich nach seiner Entstehung zahlreiche Fasern (Fig. 10, *Gh*<sub>1</sub>) in die zwischen *Chy* und Unterkiefer ausgespannte fibröse Membran ausstrahlen, während zugleich etwas weiter unten von dieser Membran aus ein ansehnlicher Zuwachs (*Gh*<sub>2</sub>) zum Muskel geht; und *Esox* allein zeigt endlich noch ein sehr kräftiges Bündel (*Gh*<sub>3</sub> und *Gh*<sub>3</sub><sup>i</sup>, Figg. 8 und 10), das z. Th. erst von der medianen sehnigen Vereinigungsstelle beider Muskeln entsteht, unter stumpfem Winkel mit dem der andern Seite divergierend nach aussen und unten geht und sich nahe dem untern Rande des *Dent.* inseriert.

Innervierung: hauptsächlich durch einen ansehnlichen Zweig des auch den *Intermand.* versorgenden, aus Theilen des Trigeminus und Facialis zusammengesetzten Nerven; jener (Fig. 8 u. 10<sup>15</sup>) wendet sich an der Insertion des Muskels scharf nach hinten um, dringt

<sup>1)</sup> Cuvier l. c. p. 408; nr. 27.

von aussen in denselben ein und ist ungefähr bis zu seiner Mitte hinauf zu verfolgen. Von oben aber dringt an seiner Innenseite in ihn ein der letzte Ausläufer des *R. hyoideus Facialis*, welcher, nachdem er an die Innenseite des Zungenbeinbogens gelangt, über die proximalen Enden der Kiemenhautstrahlen weg nach unten und vorn verläuft und dabei mehrere schief und quer nach aussen gehende Zweige an die obere wie an die untere Portion des *M. hyo-hyoideus* abgibt, um sodann ungefähr in der Mitte des *Chy* zwischen den vordersten Kiemenhautstrahlen nach aussen durchzutreten und sich vorzugsweise längs der obern (inneren) Fläche des *Geniohyoideus* zu vertheilen<sup>1)</sup>.

Wirkung: Wenn das untere Ende des Zungenbeinbogens durch Contraction des *Coraco-hyoideus* fixirt resp. nach hinten gezogen ist, so wird der *Genio-hyoideus* diese Bewegung in verstärktem Maasse auf den Unterkiefer übertragen, also wesentlich als dessen Rückzieher wirken; bei *Esox* unterstützen die divergierenden Endportionen zugleich erheblich den *Intermandibularis*. Ist aber der Unterkiefer durch den *Adductor mand.* fixirt, so zieht der *Geniohyoideus* die ventralen Enden des Zungenbeinbogens und aller Kiemenbogen nach vorn, streckt die Zunge vor und erweitert die Kiemenspalte von unten her.

### 3. *M. hyo-hyoideus*<sup>2)</sup> (*Hhs* u. *Hhi*; Figg. 7, 10 u. 12).

Die beiden Portionen dieses an der Innenseite des Zungen-

<sup>1)</sup> Dieses letzten, ansehnlich starken Ausläufers des *R. hyoid. Fac.* erwähnt Stannius auffallenderweise nicht; er spricht (l. c. S. 63) nur von Zweigen für die Innenfläche des Sub- und Interoperculum und für die Zwischenräume der einzelnen Radii branchiostegi; „zuletzt spaltet sich der beträchtlich dünner gewordene Stamm des *R. hyoideus* in zwei Zweige, von denen der eine vorne unter der äussern Haut der Zungenbeingegend sich verbreitet, während der andere in demjenigen Theile der Muskulatur des Zungenbeins endet, welche die Membranae branchiostegae beider Seiten mit einander verbindet“, und hiezu citirt er Cuvier's nr. 29 und deren Beschreibung, sodass kein Zweifel bleibt, dass er mit dieser Muskulatur nicht den *M. genio-hyoideus*; sondern die untere Portion unsers *Hyo-hyoideus* meint. Ueberdies findet ersterer S. 46 u. 64 specielle Erwähnung als ausschliesslich durch den *R. mandib. Fac. cum R. max. inf. Trig.* versorgter Muskel. Dass aber der oben beschriebene Ausläufer des *R. hyoid.* in der That die grössere obere Hälfte dieses Muskels versorgt, konnte ich bestimmt (namentlich bei *Esox*) nachweisen.

<sup>2)</sup> Cuvier l. c. p. 409: „*Muscles de la membrane branchiostège*“, nr<sup>os</sup> 28 und 29; Taf. VI, Figg. 1 u. 2.

beinbogens liegenden Muskels stellen allerdings zwei besonders auch in ihrer Wirkung verschiedene Gebilde dar, die bei Cuvier in der That als zwei gesonderte Muskeln beschrieben werden; trotzdem sprechen ihre unverkennbaren morphologischen Beziehungen für ihre Zusammenfassung unter einer Benennung.

Ursprung des *Hyo-hyoideus sup.* (*Hhs*) von der Innenseite des *O*, hauptsächlich vom untern Rande, doch auch (*Perca*) an der hintern Hälfte desselben bis fast zum obern Rande hinauf sich erstreckend, ausserdem noch von der Innenfläche des *Sop*; bei *Esox* dagegen beschränkt sich der Ursprung ganz auf letzteres. Die so entstandene breite, aber sehr dünne Muskelschicht zieht nun an der Innenseite der Kiemenhautstrahlen nach unten und vorn, entweder (*Esox*) als continuirlicher Muskel, der blos durch Bindegewebe und schwache sehnige Querstreifen an den Branchiostegalstrahlen befestigt ist, oder (besonders Cyprinen mit wenigen breiten Strahlen) blos je zwischen Vorderrand des einen und Hinterrand des nächsten Strahls ausgespannt. Meist empfängt schon das *Sop* einen Theil der vom *O* entsprungenen Fasern. Durchweg ist die Muskelschicht an der Basis wie an den äussern Enden der Strahlen dicker als dazwischen, wo sie oft ganz fehlt.

Von den zwei bis vier vordersten Kiemenhautstrahlen aus setzt sich der Muskel mit gleichbleibender Richtung als flaches, im vordersten medianen Abschnitt der Kiemenhaut eingebettetes Bündel (*Hyo-hyoideus inf.*, *Hhi*) von sehr verschiedener Breite und Insertion nach vorn und innen fort. Eine directe Befestigung an Skelettheilen zeigen nur *Esox* und *Perca*. Bei ersterem trennt sich die breite Muskellage sofort in zwei Bündel, von denen das äussere (*Hhi*<sub>2</sub>, Fig. 10) längs der untern Kante des *Chy* nach vorn zieht und sich theils an diesem, theils am Hypohyale inferius (*Hhyi*) inserirt, während das innere (*Hhi*<sub>1</sub>) stark medianwärts gerichtet zur Unterfläche des anderseitigen *Hhyi* hinübergeht und sich mit kurzer Endsehne an diesem sowie an dem davor liegenden Theil des Bodens der Mundhöhle befestigt, wobei (wenigstens an den beiden untersuchten Exemplaren, ebenso auch bei *Perca*) der von der linken Seite kommende Muskel unter dem anderseitigen wegläuft. — Gleiche Verhältnisse zeigt *Perca* hinsichtlich des letztern innern Bündels, nur dass dasselbe sehr schmal bleibt; das äussere dagegen fehlt bis auf wenige Fasern völlig. — Den Cyprinen kommt eine mediane Vereinigung der beiderseitigen Muskeln zu, und zwar (*Barbus*, s. Fig. 12, *Hhi*) mit directem Uebergang der einen breiten ventralen Verschluss

der Kiemenspalten darstellenden, fast quer verlaufenden Fasern, oder (Cyprinus) mit Zwischenschiebung eines namentlich vorn stärkeren medianen Sehnenstreifens, der unterhalb der *Hhyi* nach beiden Seiten in schmale Bänder ausläuft, welche sich an der Unterseite dieser Theile befestigen.

Innervirung durch den *R. hyoideus Fac.* in der oben beim *M. genio-hyoideus* beschriebenen Weise; bei *Esox* speciell geht unmittelbar vor dem Durchtritt des Nervenstammes zwischen 4. und 5. *Brst* nach aussen ein stärkerer Zweig für beide Bündel der untern Portion des *Hyo-hyoideus* ab.

Wirkung: Die obere, zwischen *O*, *Sop* und Kiemenhautstrahlen ausgespannte Portion nähert letztere einander und zieht sie nach oben und hinten, faltet also die Kiemenhaut zusammen, während die untere Portion in jeder Gestalt als Antagonist der erstern eine Ausbreitung der Kiemenhautstrahlen, einen vollständigeren Abschluss der Kiemenspalten nach unten bewirkt.

#### 4. Interarcuales ventrales (*Iav*).

Wie bei den *Interarcuales dorsales* sind auch hier, wenn man von den an die untern Schlundknochen gehenden Muskeln vorläufig absieht, *Obliqui* und *Transversi* zu unterscheiden, die jedoch allerdings nur zum Theil deutlich gesondert auftreten. Die *Obliqui* verlaufen hauptsächlich vom *Cbr* (*Ceratobranchiale*) des ersten bis vierten Bogens zum *Hbr* (*Hypobranchiale*) desselben Bogens resp. zur *Copula*, mit gelegentlicher Abzweigung zum *Hbr* des nächst vordern Bogens; welche Portion auch als selbständiger vom *Hbr* des hintern Bogens entspringender Muskel vorkommt; ausserdem bei *Esox* Spuren einer von hinterer zu vorderer *Copula* und benachbartem *Hbr* gehenden Muskelschicht. Die *Transversi* sind zwischen den beiderseitigen *Cbr<sup>ia</sup>* des III. resp. IV. Bogens ausgespannt.

##### a. *Obliqui ventrales* (*Ov I—IV*).

Am einfachsten stellen sich diese Bildungen bei *Perca*<sup>1)</sup> dar, wo ein kleiner spindelförmiger Muskel je von der Unterseite des vordersten Endes des *Cbr* I bis IV entspringt und (Bogen I—III) am innern Ende des *Hbr* desselben Bogens<sup>2)</sup> oder (Bogen IV) am

<sup>1)</sup> Cuvier l. c. p. 413: „Obliques à la face inférieure“; nr. 38, Taf. VI, Fig. 3.

<sup>2)</sup> und nicht, wie Cuvier l. c. angibt, „à la chaîne impaire des osselets.“

hintern Ende des *Hbr III* und hauptsächlich an dem dasselbe mit der medianen Vereinigungsstelle der untern Schlundknochen verbindenden Sehnenstrang sich inserirt.

Bei den Cyprinen ist am I. Bogen das zum *Hbr* gehende Bündel am schwächsten und es schliessen sich von gleicher Stelle entspringend an dieses an: 1. vorn eine ansehnliche Portion, gerade nach vorn zur Hinterfläche des untern Endes des *Chy* gehend, 2. hinten eine breite Portion quer nach innen zur Copula zwischen *Hbr I* und *II*. Am zweiten und dritten Bogen, wo die griffelförmigen Hypobranchialstücke senkrecht nach unten gewendet sind und, von beiden Seiten convergirend, einen abwärts gerichteten Spitzbogen bilden, vertheilen sich die Fasern dieser Muskeln an letztere und an die dazwischenliegenden Copulae, gehen aber auch, besonders an Bogen III, direct in die der andern Seite über: eine Portion also, welche hier den *Transversus ventralis* repräsentirt. Die vom Vorderende des *Cbr IV* entsprungenen Fasern befestigen sich z. Th. wie bei *Perca* gerade nach vorn gehend am *Hbr III*, z. Th. aber auch nach aussen divergirend am untern Ende des *Cbr* desselben Bogens, als selbständiges Bündel.

*Esox* zeigt die vom *Cbr* zum *Hbr* des I.—III. Bogens gehenden Muskeln entsprechend der ausserordentlichen Länge der *Hbr<sup>ia</sup>* kräftig entwickelt, mit starker Sehne an der Unterseite (s. Fig. 9, *Ov I<sub>1</sub>*, *II<sub>1</sub>* und *III<sub>1</sub>*); die längs des vordern Randes des *Hbr* sich inserirenden Fasern werden unmittelbar von der hier relativ wohl ausgebildeten Schicht der *Mm. interbranchiales* bedeckt, ja sie gehen vorn zum Theil direct in diese über. An Stelle der bei den Cyprinen vom *Cbr I* zum *Chy* verlaufenden kräftigen Portion, die dann erst am IV. Bogen in entsprechenden Lagebeziehungen wiederkehrt, findet sich hier ein starker rundlicher Sehnenstrang zwischen dem nach vorn sehenden stumpfen Knie des *Hbr I* und dem distalen Ende des *Chy* ausgespannt, isolirt in lockeres Bindgewebe eingebettet, und ein ebensolcher Strang geht von einer ähnlichen Biegung des *Hbr II* zur Hinterseite des *Hbr I* nahe seinem untern Ende (Fig. 9, *Ov I<sub>2</sub>* und *II<sub>2</sub>*). Am III. und IV. Bogen entspringen von den plattenförmig verbreiterten innern Enden der untersten Stücke (dort *Hbr*, hier *Cbr*) kurze breite Muskelbündel, die sich nach aussen an die nächstliegenden Theile der *Hbr<sup>ia</sup>* des II. und III. Bogens begeben (*Ov III<sub>2</sub>* und *IV<sub>2</sub>*). Sodann kommen vom vordersten Ende des *Cbr IV* und der Hinter-(Innen)seite des *Hbr III* kleine Muskeln (*Ov IV<sub>1</sub>* und *Ov III<sub>3</sub>*), die, nach vorn und innen laufend, sich sofort mit ein-



ander und mit dem vom untern Schlundknochen ausgehenden *Pharyngoarcualis* vereinigen und mit diesem an den fest verbundenen innern Enden der beiderseitigen *Hbr<sup>ia</sup> III* sowie an der über ihnen liegenden Copula Befestigung finden. Endlich ziehen von derselben Stelle aus spärliche Muskelfasern nach vorn, in eine Aponeurose eingestreut, welche den medianen Stamm der Kiemenarterien von unten her bedeckt und am Hinterende der vordersten Copula sowie an dem daran stossenden Ende des *Hbr I* sich befestigt. Wenige Fasern treten vom Distalende des *Hbr II* aus an diese schwache Muskelschicht heran (Fig. 9, <sup>x</sup>).

Innervirung: blos bei *Esox* für die Muskeln der ersten drei Bogen nachgewiesen; durch den betreffenden *R. branchialis Glossopharyngei resp. Vagi*. Doch ist wohl von vornherein an der Zugehörigkeit aller dieser Muskeln zum Innervationsgebiet der genannten Nerven nicht zu zweifeln<sup>1)</sup>.

Wirkung: dieselbe kann im Allgemeinen nur in einer schwachen Herunterziehung der Kiemenbogen bestehen, worin sie von den zu den Copulae gehenden Portionen sowie von dem *Transversus ventr.* unterstützt werden, während das vom *Cbr I* an das *Chy* tretende Bündel (Cyprinen) den ersten Bogen vorzieht, die vom Vorderende des III. und IV. Bogens an die nächstvorderen gehenden dagegen letztere zurückziehen. Viele Bündel zeigen offenbar in Rückbildung begriffene Zustände; völlige Functionslosigkeit mag die Umwandlung früherer Muskeln in die (bei *Esox*) vom *Hbr I* und *II* nach vorn verlaufenden Sehnenstränge veranlasst haben.

#### b. *Transversus ventralis (Tv)*.

Relativ am stärksten ist derselbe bei *Perca*, wo er als breiter massiger Muskel von der Hinter-(Innen)seite des untern Endes des *Cbr IV* entspringt und nach kurzem querm Verlauf an gleicher Stelle der andern Seite sich festheftet<sup>2)</sup>. Ziemlich dieselben Verhält-

<sup>1)</sup> Stannius erwähnt (l. c. S. 89) speciell, dass sich der *Tr. branch.* des *Vagus* „an den Copulae der Kiemenbogen und auch an den kleineren Muskeln derselben“ vertheile.

<sup>2)</sup> Cuvier sagt im Text (l. c. p. 413): „Il n'y en a [von „muscles transverses“ nämlich] qu'un inférieur (n.<sup>o</sup> 40), qui est épais, et va d'un pharyngien à l'autre“, worunter also nur unser (dem untern Schlundknochen angehöriger) *Pharyngeus transvers.* verstanden sein kann. Die auf Taf. VI, Fig. 3 gegebene, etwas mangelhafte Abbildung jedoch bezieht sich unverkennbar auf den hier beschriebenen, zwischen den beiderseitigen *Cbr<sup>ia</sup> IV* ausgespannten Muskel.

nisse zeigt *Esox* (Fig. 9, *Tv*), während bei den Cyprinen, wie schon oben erwähnt, als Vertreter dieses Muskels nur die spärlichen vom *Cbr III* nach der andern Seite gehenden Fasern vorkommen.

Innervirung und Wirkung wie oben.

### 5. Pharyngo-hyoideus (*Ph*).

Dieser Muskel findet sich nur bei *Perca*<sup>1)</sup>. Er entspringt von der grössern vordern Hälfte des medianen nach oben gerichteten Kammes des *Uhy* (Urohyale), dicht neben demjenigen der andern Seite, verläuft als flaches, sich zuspitzendes Bündel nach hinten und oben, und inserirt sich mit sehr dünner, aber breiter Sehne am mittleren Drittel des Aussenrandes des untern Schlundknochens.

Innervirung leider nicht ermittelt.

Wirkung: zieht die untern Schlundknochen und damit den ganzen Kiemenkorb nach vorn und unten, so als directer Antagonist des *Retractor arc. branch.* wirkend; wird aber anderseits, nach Fixirung seiner Insertion durch letzteren und die *Pharyngo-claviculares*, den ventralen Längsmuskel in der Rückziehung des Zungenbeins und Unterkiefers unterstützen.

### 6. Pharyngo-arcualis (*Pa*).

Unter diesem Namen lassen sich Muskeln zusammenfassen, die zwar bei *Esox* einerseits, den Cyprinen anderseits sehr verschiedenes Aussehen und Grössenverhältnisse, gleichwohl aber wesentlich dieselben Lagebeziehungen zeigen. *Perca* fehlt dieser Muskel.

Bei *Esox* (s. Fig. 9, *Pa*, *Pa*<sub>1</sub> und *Pa*<sub>2</sub>) entspringt ein langes schmales Muskelband vom Aussenrand der hintern Hälfte des untern Schlundknochens, hinten beinah als Fortsetzung des *Obliquus dors. post.* erscheinend und dem Ursprung des *Pharyngeus transversus* unmittelbar angelagert, die Insertion des *Pharyngo-clavicularis extern.* von aussen bedeckend. Zieht längs der Unterseite des *Phi* (*Os pharyngeum inferius*) nach vorn und innen und theilt sich an dessen Vorderende in zwei Portionen: eine schwächere äussere (*Pa*<sub>2</sub>), welche zum untern Rand des plattenförmigen innern Endes des *Cbr IV* geht, neben dem *Transvers. ventr.* sich inserirend, und eine innere stärkere (*Pa*<sub>1</sub>), welche sich, wie oben S. 519 beschrieben, mit den kleinen *Obliqui ventr.*<sup>es</sup> (*Ov IV*<sub>1</sub>

<sup>1)</sup> Cuvier l. c. p. 412, nr. 35; Taf. 5.

und *Ov III*<sub>3</sub>) vom *Cbr IV* und *Hbr III* vereinigt und am *Hbr III* und der *Copula* mit kurzer Sehne Befestigung findet.

Als Vertreter dieses langen kräftigen Muskels finden sich bei den Cyprinen zwei kurze Bündel, die gemeinsam vom Vorderende des *Phi* entspringen, aber sogleich stark divergiren, indem das äussere fast quer nach aussen und etwas nach oben zum Ausserrand des *Cbr IV* geht, während das innere dicht unterhalb des *Obliq. ventr.* des IV. Bogens und parallel mit ihm gerade nach vorn verläuft und sich an der untern Spitze des *Hbr III* inserirt.

Innervirung: bei den Cyprinen nicht beobachtet; bei *Esox* geht vom Stamm der *Ri. pharyngei inferiores* des *Vagus*, nach Abgabe zahlreicher feiner Zweige für den Schlundkopf und eines stärkeren für den *Obliquus dors. post.*, und bevor jene sich in den *Mm. Pharyngo-claviculares* vertheilen, neben mehreren Aestchen an die musculöse Schlundwand ein mittelstarker Zweig nach vorn und aussen ab, der mit der einen Hälfte ins obere (hintere) Ende des *Pharyngeus transversus*, mit der andern in den *Pharyngo-arcualis* eindringt.

Wirkung: zieht den untern Schlundknochen nach aussen und unten, ist also Antagonist besonders des *Pharyngo-clavic. ext.* und des *Pharyngeus transvers.*, theilweise auch des *Obliquus dors. post.* bei *Esox*.

#### 7. *Pharyngeus transversus (Ptr).*

Als einfacher Quermuskel mit directem Uebergang seiner Fasern vom mittleren Drittel des *Phi* der einen zu dem der andern Seite tritt derselbe bei *Perca*<sup>1)</sup> auf, wo er sich unmittelbar an den zwischen den beiderseitigen *Cbr*<sup>ia</sup> *IV* ausgespannten *Transvers. ventr.* anschliesst, während hinter und über ihm der zum Theil gleichfalls noch an den untern Schlundknochen befestigte Ringmuskel des Schlundes folgt, jedoch deutlich von jenem abgesetzt. — Bei den Cyprinen entspringt der Muskel von einer nach unten und hinten vorspringenden stumpfen Kante des *Phi*, welche den horizontalen Ast desselben vom vertical aufsteigenden Theil trennt, wobei er von unten her theilweise durch den *Retractor arc. branch.* bedeckt wird. Er zieht etwas sich verschmälernd nach innen und vorn und vereinigt sich mit dem andersei-

<sup>1)</sup> Cuvier l. c. p. 413, nr. 40; vergl. übrigens die Anmerkung <sup>2)</sup> S. 519.

tigen Muskel mittels einer sehnigen Raphe, die (besonders bei *Barbus*) nach vorn in einen kräftigen, an der medianen Vereinigungsstelle der untern Schlundknochen sich befestigenden Faserstrang ausläuft. — Bei *Esox* erscheint der *Pharyng. transv.* (Fig. 9, *Ptr*<sub>1</sub>) eher als Längs- denn als Quermuskel. Er entspringt der Hauptsache nach vom hintern Ende des *Phi*, ist aber auch zum Theil directe Fortsetzung des *Obliquus dors. post.*, zieht nach vorn, mit dem anderseitigen convergirend, und vereinigt sich eigentlich erst im vordern Drittel seiner Länge, bereits sehnig geworden, mit demselben. Der nach hinten offene, spitze Winkel zwischen beiden wird aber fast vollständig ausgefüllt durch eine mässig dicke Schicht von Muskelfasern (*Ptr*<sub>2</sub>), welche in der die Decke der Pericardialhöhle bildenden derben Membran ihren Ursprung nehmen und gerade nach vorn verlaufen, um sich den Innenrändern der beschriebenen Muskeln anzuschliessen. Die durch die Vereinigung derselben entstandene breite Sehne läuft zum Theil in den Boden der Kiemenhöhle aus; die lateralen Faserzüge dagegen divergiren wieder etwas und heften sich an den vordersten Enden der untern Schlundknochen sowie an dem von hier nach vorn ziehenden Ligament fest.

Innervirung siehe oben beim *Pharyngo-arcualis*. Der betreffende Vaguszweig wurde hier auch bei *Perca* beobachtet.

Wirkung: nähert hauptsächlich die Schlundknochen einander, zieht sie aber auch nach unten und vorn.

### 8. *Pharyngo-claviculares*.

Die beiden hieher gehörigen Muskeln sind, trotzdem sie übereinstimmend mit der ventralen Längsmusculatur vom Schultergürtel nach vorn und oben zum Visceralskelet gehen, doch auf Grund ihrer Innervierungsverhältnisse zu den eigentlichen Kiemenbogenmuskeln zu rechnen; ihre gegenwärtigen Lagebeziehungen müssen erst secundär erworbene sein.

#### a. *Pharyngo-clavicularis externus*<sup>1)</sup> (*Pce*).

Entspringt flach und ziemlich schmal von der Aussenseite des *Cl* (Claviculare), welche bei den Cyprinen, wo der horizontale Schenkel dieses Knochens ausserordentlich verbreitert und dafür verkürzt und abgeflacht ist, zur Oberseite der nach aussen und vorn vorspringenden Ecke wird. Stets ist der Ursprung des Mus-

<sup>1)</sup> Cuvier l. c. p. 412, nr. 36, Taf. V.

kels mehr oder weniger weit von oben und hinten her zwischen die Fasern derjenigen Portion des *Sterno-hyoideus* eingeschoben, welche von der Aussenfläche des *Cl* herkommt; bei *Cyprinus* am wenigsten. Das allmählig breiter werdende Bündel zieht bei *Esox* (s. Fig. 9, *Pce*) und *Perca* nach vorn und stark nach oben und inserirt sich in erheblicher Ausdehnung am mittleren Drittel des *Phi*, die Ansatzstellen des *Pharyngo-arcualis* (resp. *Phar.-hyoideus*) und des *Phar. transversus* von einander trennend. Bei den *Cyprinen* dagegen, wo die untern Schlundknochen der Hauptsache nach hinter und über den *Claviculae* liegen, muss sich der Muskel nach hinten, innen und oben wenden, um den Aussenrand des horizontalen Schenkels des *Phi* zu erreichen.

b. *Pharyngo-clavicularis internus* <sup>1)</sup> (*Pci*).

Bei *Perca* und *Esox* (Fig. 9, *Pci*) stellt derselbe einen hinten sehr breiten und ziemlich mächtigen, vorn zu einer schmalen Sehne zugespitzten Muskel dar, welcher gleichfalls an der Aussenseite des *Cl*, hinter und über dem vorigen, mehr gegen die Mediane gerückt entspringt, an die hintersten Fasern der clavicularen Portion des *Sterno-hyoideus* anschliessend, nach vorn, innen und etwas nach oben zieht, wobei er zwischen dem *Pharyng. transv.* und dem *Pharyngo-clavic. ext.* durchgeht, letzteren unter spitzem Winkel kreuzend, um sich sodann bei *Perca* am mittleren Drittel, bei *Esox* an der vordersten Spitze des *Phi* zu inseriren. — Die *Cyprinen* zeigen eine Differencirung des Muskels in zwei getrennte Portionen. Die hintere oder obere nimmt ihre Entstehung oberhalb des Ursprungs des *Sterno-hyoideus* an dem nach innen und oben vorspringenden Kamm des *Cl* und einer gewissermaassen als Fortsetzung desselben nach innen fungirenden Fascie, an deren Hinterseite sich ein Theil der longitudinalen Bauchmuskulatur befestigt. Bei *Barbus* tritt von unten her noch ein Bündel hinzu, das sich von der Innenseite des *Sterno-hyoideus* abgelöst hat. Insertion des kurzen fast horizontal nach vorn und innen verlaufenden Muskels an der Unterseite des *Phi* zunächst der vorderen Spitze. — Eine viel schwächere Portion entspringt erheblich weiter vorn und unten, an der Ober- und Aussenseite der median vereinigten schmalen Vorderenden der *Claviculae*, zwischen die Fasern des *Sterno-hyoideus* eingeschoben. Sie zieht nahezu senkrecht nach oben und endigt, zuletzt mit der ander-

<sup>1)</sup> Cuvier l. c. p. 412, nr. 37, Taf. V.

seitigen verbunden, hinter der Insertion des innern Bündels des *Pharyngo-arcualis*, an dem die distalen Enden der *Cbr<sup>ia</sup>* IV zusammenhaltenden Ligament.

Innervirung. Bei *Esox* dringt der Stamm der *Ri. pharyngei inferiores Vagi* nach Abgabe der Zweige für die übrigen Muskeln der unteren Schlundknochen (vergl. oben S. 521) vom Hinterrande aus in den *Pharyngo-clavic. int.* ein, diesen mit feinen Zweigen versorgend, erscheint dann ungefähr in der Mitte seines Verlaufs wieder an seiner Aussenfläche, um zwischen ihm und dem *Phar.-clav. ext.* nach oben gegen das *Phi* hin zu verlaufen, dabei an letzteren Muskel und oben nochmals an den ersten Zweige abgebend; die letzten Ausläufer verlieren sich vor den untern Schlundknochen im Boden der Kiemenhöhle. — Für *Perca* wurde Innervirung des *Phar.-clavic. int.* durch einen am vordern Ende in denselben eintretenden Zweig der *Ri. pharyng. inf. Vagi* constatirt. — Dem steht nun freilich die bei *Cyprius* gemachte Wahrnehmung entgegen, dass die hintere Portion des *Pharyngo-clavic. int.* durch einen Zweig des aus der Vereinigung des ersten und zweiten Spinalnerven hervorgegangenen Stammes versorgt werde, welcher letztere allerdings an der Aussenfläche des Muskels entlang nach unten und vorn verläuft. Doch mag sich dieser Zweig vielleicht nur an einem ursprünglich dem *Sterno-hyoideus* angehörigen und auf die hintere Portion des *Phar.-clav. int.* übergegangenen Bündel (analog dem Verhältniss bei der vordern Portion desselben Muskels von *Barbus*) vertheilen und die eigentliche Innervirung durch den Vagus übersehen worden sein <sup>1)</sup>).

Wirkung: beide Muskeln ziehen die untern Schlundknochen nach hinten und (speciell der *Phar.-clav. ext.*) nach unten; bei den Cyprinen werden dieselben durch letzteren nach aussen, vorn und unten bewegt. Nur unerheblich kann bei fixirten Schlundknochen die Wirkung auf den Schultergürtel in entgegengesetzter Richtung sein.

---

<sup>1)</sup> Stannius bemerkt ganz allgemein (l. c. S. 90): „Mehrere Zweige [der *Ri. pharyng. inf.*] verbreiten sich immer in den Muskeln, welche die ventralen Enden der Kiemenbogen und die *Ossa pharyngea inferiora* an den Schultergürtel heranziehen.“

#### IV. Ventrale Längsmusculatur.

##### 1. Sterno-hyoideus (*Sth*)<sup>1)</sup>.

Dieser einzige Vertreter des bei den Selachiern so reich entwickelten Systems ventraler Längsmuskeln zeigt überall im Wesentlichen übereinstimmende Verhältnisse: Ursprung am *Cl*, zum Theil auch directe Fortsetzung der Bauchmusculatur, und Insertion am *Uhy* (Urohyale), das seinerseits mit den Hypohyalia in festem Zusammenhang steht.

Bei *Esox* (s. Figg. 9 und 10 *Sth*, *Sth $\alpha$*  und  $\beta$ , *Sth<sup>t</sup>*) ist der Ursprung fast ausschliesslich auf die Aussenseite beinah des ganzen horizontalen Theils des *Cl* beschränkt; er reicht nach hinten bis zur Ursprungsstelle des *Phar.-clav. int.*, wird aber weiter vorne durch den dazwischen geschobenen *Phar.-clav. ext.* unterbrochen, so dass er in zwei undeutlich geschiedene Portionen (*Sth $\alpha$*  und *Sth $\beta$* , s. Fig. 9) zerfällt. Nur die oberste Lage des an der Hinterseite desselben sich inserirenden Längsmuskels geht über dessen oberen Rand weg in den Sterno-hyoideus über. Aehnlich bei *Perca*<sup>2)</sup>; bei den Cyprinen dagegen und ganz besonders bei *Barbus* ist die von der Oberseite des vordern Endes des *Cl* kommende Portion nur eben so stark oder sogar schwächer als die direct vom Bauchmuskel abstammende.

Ganz unbedeutend sind die Variationen in Betreff der Befestigung der median sofort durch eine sehnige Lamelle verbundenen beiderseitigen Muskeln, welche sich eigentlich direct in das *Uhy* resp. dessen medianen oberen Kamm fortsetzt. — Im Muskel selbst finden sich zwei sehnige Inscriptionen, nahe seinem vordern und hintern Ende, von hinten oben nach vorn unten verlaufend. — Vom Vorderende des *Uhy* gehen dann zwei kurze, starke, divergirende Sehnen aus, die sich an der Hinterfläche der beiden Hypohyalia befestigen (*Sth<sup>t</sup>*, Figg. 9 und 10).

Innervirung: durch die vereinigten ersten und zweiten Spinalnerven, genauer den *R. anterior* derselben, welcher längs des obern vordern Randes des *Cl* nach unten zieht und von hinten oben in den Muskel eindringt.

<sup>1)</sup> Dieser Name wurde hier beibehalten, da der Muskel bei Stannius und anderwärts so benannt ist.

<sup>2)</sup> Cuvier l. c. p. 391, nr. 1d; Taf. V und Taf. VI, Fig. 1. Die in dieser Abbildung angedeutete eigenthümliche Anordnung der Muskelfasern habe ich nicht beobachtet.



Wirkung: zieht Zungenbein und Unterkiefer nach hinten resp. unten oder den Schultergürtel nach vorn, ist also wesentlich Antagonist des *Adductor mandibulae*, theilweise auch des *Genio-hyoideus*.

## V. Kopf-Schultermuskeln.

### 1. *M. trapezius*. (*Tr*, Fig. 7 und 13.)

Ein selbständiger, vom Cranium zu irgend einem Theile des Schultergürtels gehender *M. trapezius* ist bei den Knochenfischen nicht vorhanden; derselbe wird vielmehr durch einen Theil des vordersten Abschnitts der dorsolateralen Rumpfmusculatur repräsentirt, welcher, von der Hinterfläche des Schädels entspringend, mit seiner oberflächlichsten Schicht am Posttemporale (*Ptp*) und Supraclaviculare (*ScI*) Befestigung findet und vom hintern Rande dieser Stücke ebenso wieder Fasern empfängt.

Innervirt wird diese Portion durch die ersten Spinalnerven<sup>1)</sup>.

### Vergleichung der Knochenfische unter sich und mit den früher beschriebenen Formen.

Die zahlreichen und umfänglichen Verknöcherungen am Kopf der Teleostier haben vor Allem auf das System der oberflächlichen Ringmusculatur ausserordentlich umgestaltend eingewirkt, dasselbe grösstentheils von der Oberfläche verdrängt und in eine Menge einzelner Muskeln auseinandergerissen, die je nach Lage und Beweglichkeit der Skelettheile sehr verschiedenartige Ausbildung erlangten; anderseits sind für dies wie für die übrigen Systeme neue Befestigungspunkte und damit Gelegenheit zu reicherer Entfaltung auch der einheitlich gebliebenen Gebilde entstanden. Diesen veränderten Verhältnissen wird sich auch die vergleichende Betrachtung insofern anpassen müssen, als sie nicht ohne Weiteres

<sup>1)</sup> Bei *Esox* liess sich ein scheinbar in diesem Muskel sich verästelnder Nerv bis zur Austrittsstelle des Vagus zurückverfolgen, wo er aus zwei getrennt vom Vagus ausgehenden kleineren und einer stärkeren vom Glossopharyngeus stammenden Wurzel sich zusammensetzte. Doch war dies wahrscheinlich nichts Anderes als der von Stannius (l. c. S. 97) als *R. supratemporalis* resp. *R. suprascapularis* des Seitennervensystems bezeichnete Ast, welcher die Muskeln dieser Gegend blos durchbohrt, um sich an der Oberfläche zu vertheilen.

an die von den Selachiern her bekannten Hauptgruppen anknüpfen kann, sondern zunächst die durch secundäre Zusammenordnung entstandenen Aggregate auf ihre einzelnen Bestandtheile zu untersuchen und die morphologische Bedeutung eines jeden derselben zu bestimmen hat, um dann zum Schlusse erst eine übersichtliche Darstellung ihrer Homologien mit den niederen Formen zu geben. Wir behalten also hier im Wesentlichen noch die in der Beschreibung befolgte Anordnung bei.

## I. Kiefermusculatur.

Dass der *Adductor mandibulae* im Ganzen dem gleichnamigen Muskel der Selachier zu vergleichen ist, unterliegt keinem Zweifel; aber es fragt sich, welche der verschiedenen Formen, unter denen dieser Muskel bei den vier untersuchten Knochenfischen auftritt, den einfacheren Zustand darstellt, welche von seinen drei Portionen die ursprünglichen Beziehungen am getreuesten wiederholt. —

Bei Selachiern, Chimaera und Acipenser entspringt der Adductor von der Aussenseite des Palatoquadratus, hauptsächlich vom Quadrattheil desselben. Diesem entsprechen nun bei den Knochenfischen, als durch directe Ektostose daraus hervorgegangen, das Quadratum und das Metapterygoid, welche sonach auch hier als das primäre Ursprungsgebiet des Muskels anzusehen sind; erst secundär kann sich dasselbe auf die benachbarten (ektostotischen oder parostotischen) Theile des *Sy*, *Hmd* und *Pop* oder gar oben auf das *Pfr* und *Sq* (*Esox*) oder unten auf das *Art* (*Cyprinus*) ausgedehnt haben. Diejenige Adductorportion also, welche hauptsächlich oder ausschliesslich von dem erstgenannten Bezirk ausgeht, darf wohl den Anspruch erheben, als der unmittelbarste Abkömmling des Selachiermuskels beurtheilt zu werden, und das ist überall natürlich die tiefe, mit  $A_3$  bezeichnete Portion. Zu demselben Schlusse führt nun auch die Betrachtung ihrer Insertion am Unterkiefer: denn hier ist es der Meckel'sche Knorpel, welcher den wenig veränderten Rest des ursprünglichen Mandibularknorpels darstellt; an diesem dünnen Knorpelstreifen aber befestigt sich mit merkwürdiger Consequenz die schmale Sehne, in welche  $A_3$  ausläuft. Ist demnach die Portion  $A_3$  mit den geschilderten Ursprungs- und Insertionsbeziehungen das Ursprüngliche, so sind alle oberflächlicheren Schichten des Muskels secundäre Differencirungen der erstern, und zwar um so spätere und weiter abliegende, je oberflächlicher, zahlreicher

und verschiedenartiger sie sind. Von diesem Standpunkt aus müsste dann aber jedenfalls die bei *Esox* und nicht, wie in der Beschreibung geschah, die bei den Cyprinen gefundene Bildung als die einfachste vorangestellt werden.

In nächster Umgebung der Insertionsstelle von  $A_3$ , d. h. an der übrigen freien Oberfläche der *cart. Meck.*, dann an der Innenseite des *Art.* und dem angrenzenden Rand des *Dt* entspringt oder befestigt sich aber auch  $A\omega$ , die vierte, mit der Sehne von  $A_3$ , vorzugsweise jedoch mit  $A_2$  in directem Zusammenhang stehende Portion des Adductors. Möglicherweise haben wir darin eine Neubildung zu erblicken, welche durch allmähliches Vorwachsen der Muskelfasern von  $A_3$  längs seiner Sehne bis an den Unterkiefer entstanden ist, — und es würde in diesem Falle *Barbus* den ersten Anfang, *Esox* oder *Perca* das höchstentwickelte Stadium dieser Bildung zeigen. Viel wahrscheinlicher aber und naturgemässer erscheint die Annahme, dass jener Theil des Adductors, welcher bei den Selachiern einfach die untere, dem breiten Mandibularknorpel aufliegende Hälfte des ganzen Muskels bildete, welcher aber bei *Chimaera* und *Acipenser* ganz verschwand, hier sich forterhalten hat, weil ihm die Umwachsung der *cart. Meck.* durch *Art.* und *Dt* reichlichen Raum zur Befestigung schuf. Danach wäre aber das Verhalten bei den Cyprinen vielmehr als theilweise Rückbildung aufzufassen und *Esox* erschiene auch in dieser Hinsicht der Urform am meisten genähert.

Eine solche Urform haben wir uns also vorzustellen als Teleostier zwar, aber noch mit verhältnissmässig grossem Meckel'schem Knorpel und geringer Entwicklung der Knorpel- und Deckknochen, und mit dem Kiefermuskel eines Selachiers, an dem höchstens die Mitte durch eine kurze zwischengeschobene Sehne unterbrochen und die Insertion theilweise sehnig ist, der aber noch keinerlei Differencirungen in verschiedene Schichten zeigt. Solche werden nun zunächst in der Weise auftreten, dass mit der stärkeren Entfaltung der Deckknochen des Gesichts der Ursprung des Muskels sich weiter ausbreitet und dieser selbst an Dicke zunimmt, gleichzeitig aber mit der Ausbildung des oberen Astes des *Dt*, wodurch ein günstigerer Angriffspunkt an diesem, dem *proc. coronoideus* der Säugethiere vergleichbaren Stück geboten wird, die neu entstandene äussere (oberflächliche) Schicht des Muskels ihre Insertion mehr nach dieser Stelle hin verlegt, und indem sie dabei den directen Zusammenhang mit der Unterkieferportion ( $A\omega$ ) fast ausschliesslich herstellt, sich mehr oder weniger vollständig von der tiefern abspaltet, während diese, theils in Folge der Re-

duction des Meckel'schen Knorpels, theils der allgemeinen Tendenz nach grösserer Concentration gemäss, an ihrem untern Ende sich immer mehr verschmälert und schliesslich zu der schmalen Sehne von  $A_3$  zuspitzt. — Diese Stufe repräsentirt ungefähr Esox, freilich mit ganz ausserordentlicher Ausdehnung des Ursprungs nach oben und hinten; bemerkenswerth ist jedenfalls die nur erst unvollständig durchgeführte Trennung beider Schichten (Uebergang zahlreicher Fasern von  $A_3$  an  $A_2$  und Abgabe des Bündels  $A_3\beta$  an die erwähnte günstige Angriffsstelle am  $Dt$ ).

Weitere Differencirungen mögen sich nach verschiedenen Richtungen entwickelt haben; bei den hier beschriebenen Formen ergaben sie sich ziemlich übereinstimmend so, dass eine dritte oberflächlichste Schicht ( $A_1$ ) zur Abspaltung gelangte, indem sie mit einem Theil ihrer Fasern in die Haut oder Fascie des Mundwinkels auslief; in dieser bildeten sich stärkere sehnige Faserzüge aus, durch deren Vermittlung dann  $A_1$  indirecte Befestigung an der Aussenseite weit entlegener Hautknochen finden konnte: — so bei Perca, wo die zum  $Mx$  laufende Sehne von  $A_1$  nichts Anderes ist als ein solches noch nicht einmal vollständig isolirtes, selbständig gewordenes Faserbündel der Haut, wo ferner die hintere Hälfte dieser Portion noch unmittelbar mit der Sehne von  $A_2$  und durch diese mit  $A\omega$  zusammenhängt und wo auch  $A_2$  und  $A_3$  noch ebenso wenig von einander getrennt sind wie bei Esox. Die eigenthümliche dünne Endsehne der untern Hälfte von  $A_2$  ( $A_2^t$ ) zur Innenfläche des  $Art$  muss wohl als durch besondere Verhältnisse, vielleicht die grosse Breite und Beweglichkeit des Unterkiefers, bedingte Differencirung von  $A\omega$  beurtheilt werden.

Endlich hebt sich  $A_1$  als ganz selbständige Portion sowohl von  $A_2$  wie (mit ihrer Sehne) von der Innenseite der Haut ab und erscheint nun als Rück- und Herabzieher des  $Mx$  (Barbus), oder sie zerfällt sogar, unter gleichzeitiger Verschiebung ihres Ursprungs bis auf das  $Art$  am Unterkiefer, in zwei besondere Muskeln für die erwähnten beiden Bewegungen jenes Skeletstücks (Cyprinus,  $A_1\alpha$  und  $A_1\beta$ ); — die mittlere Portion  $A_2$ , etwas mehr (Barbus) oder vollständig (Cyprinus) von  $A_3$  sich sondernd, findet mit kurzer breiter Sehne direct am Hinterrand des Unterkiefers ihre vortheilhafteste Insertion und setzt sich nicht mehr in den eigentlichen Unterkiefermuskel  $A\omega$  fort, welcher, auf einen mehr oder weniger ansehnlichen Rest reducirt, sich dann wieder mit der Endsehne der im wesentlichen unverändert gebliebenen innersten Portion  $A_3$  verbindet.

Der im Vorstehenden skizzierte Entwicklungsgang der Kiefermusculatur würde sich schliesslich am besten durch einen Stammbaum zur Anschauung bringen lassen, welcher mit der ungetheilten Basis des Selachierstadiums beginnt, dann bald, auf der *Esox*-stufe, in eine ziemlich gerade Fortsetzung des Stammes ( $A_3$ ), einen nähern ( $A\omega$ ) und einen entferntern Zweig ( $A_2$ ) zerfällt, die aber noch durch mehrfache Ausläufer unter einander verbunden bleiben; auf der nächst höhern Stufe (*Perca*) entfernt sich  $A\omega$  mehr von  $A_3$  und nähert sich  $A_2$ , welcher Ast selbst nach der andern Seite hin den noch unvollkommen frei werdenden Zweig  $A_1$  abgibt; auf der Stufe der Cyprinen endlich wendet sich  $A_2$  noch mehr von  $A_3$  ab,  $A\omega$  aber, allmählich verkümmern, neigt sich wieder gegen  $A_3$  zurück und legt sich fast völlig an diesen Ast an, und  $A_1$ , ganz selbständig geworden, gabelt sich nochmals in  $A_1\alpha$  und  $\beta$ : — im Ganzen also eine gerade entgegengesetzte Anordnung, als wie sie auf den ersten Blick naturgemäss erscheint und wie sie auch im beschreibenden Theil der bequemern Darstellung wegen befolgt wurde.

Die Innervirung des Adduct. mand. brauchte bei dieser ganzen Vergleichung nicht zu Rathe gezogen zu werden, da sie doch keinen Aufschluss über die Bedeutung der einzelnen Bündel der Gesamtmuskelmasse geben könnte. Jene eine Beobachtung aber (s. S. 496), dass bei *Esox* ein Theil von  $A_2$  durch Zweige des R. mand. Facialis versorgt wird, steht allzu vereinzelt und abnorm da, als dass sie auch nur mit einiger Wahrscheinlichkeit zu deuten wäre, und die hiedurch angeregte Frage: ob diese Innervirung nicht vielleicht darauf hinweise, dass der oberflächlichste Theil des Kiefermuskels nicht sein eigenes Product, sondern theilweise durch Verschmelzung desselben mit dem (ähnlich wie bei *Chimaera*) darüber hinweggewachsenen vordersten Abschnitt der Hyoidbogenportion des Constrictors entstanden sei — muss vorläufig unbeantwortet bleiben.

## II. Muskeln an den dorsalen Enden der Visceralbogen.

### a) Muskeln des Kiefer- und Zungenbeinbogens.

(Levator und Adduct. arc. pal., Adduct. hyomand., Dilat., Levat. und Adduct. operc.)

Die drei erstgenannten Muskeln stossen gewöhnlich dicht zusammen und sind sogar theilweise kaum scharf von einander zu

trennen, überdies in Gestalt und Lage ziemlich übereinstimmend, so dass die Vermuthung nahe liegt, es seien Differencirungen einer Muskelmasse, welche sich an Kiefer- und Hyoidbogen verschiedentlich vertheilt haben, jedoch im Ganzen so, dass die zwei ersten Muskeln jenem, der letztere diesem Bogen angehöre, während im Gegensatz hiezu die Muskeln des Kiemendeckels wieder eine Untergruppe für sich bildeten. Dem widerspricht aber durchaus die Innervirung: der Levator arc. pal. und der Dilat. operc. werden vom Maxillaris inf. des Trigeninus, alle übrigen, also namentlich auch der Adduct. arc. pal., vom Facialis versorgt<sup>1)</sup>. Dem Kieferbogen, als dem ursprünglichen Verbreitungsbezirk des Maxillaris inf., gehören also eigentlich nur an der Lev. arc. pal. und der Dilat. operc., alle übrigen dem Zungenbeinbogen; jene beiden zusammen entsprechen dem Lev. max. sup., d. h.  $Csd_1$ , diese dem dorsalen Abschnitt der zweiten Constrictorportion,  $Csd_2$ , der Selachier; wäre noch ein Spritzlochcanal vorhanden, so müsste er zwischen diesen beiden Gruppen durchgehen.

Der Levator arc. pal. hat noch am meisten seine ursprünglichen Beziehungen bewahrt: vom Postorbitalfortsatz des Schädels zum nächstgelegenen Theil des Palatoquadratum, hier also zum Metapterygoid herabsteigend, konnte er sich von dieser Stelle aus des Augapfels wegen nicht nach vorne hin ausbreiten; nach hinten dagegen war durch die kräftige Entwicklung des Hyomandibulare eine theilweise Verlegung der Insertion auf letzteres begünstigt, was bei Cyprinus zur ausschliesslichen Befestigung geworden ist — ein Verhältniss, das den Muskel in jeder Hinsicht als Wiederholung des grossen Protractor hyomand. von Acipenser, dem er ja in der That auch homolog ist, erscheinen lässt. — Die Entstehung des Dilat. operc. als Differencirung der oberflächlichsten Schicht des vorigen, welche ihre Insertion noch weiter hinten fand, den Ursprung zum Theil auf das Hyomandibulare verlegte und nun als selbständiger Muskel mit ganz anderem Faserverlauf erscheint, wurde natürlich in seinem gegenwärtigen Umfang erst mit dem Verschluss des Spritzlochs und dem Auftreten ausgedehnterer Hautverknöcherungen am Opercularapparat möglich, welche einer solchen oberflächlichen Schicht geeignete Befestigung darboten. Damit ist freilich die Frage nicht

<sup>1)</sup> Der N. palatinus, welcher (nach Stannius) bei manchen Fischen den letzteren Muskel versorgt, gehört unzweifelhaft zum Facialis.

beantwortet, warum denn der Dilat. operc. sich aus dieser und nicht vielmehr aus der dem Hyoidbogen zugehörigen Constrictorportion hervorgebildet hat. Wahrscheinlich aber aus folgendem Grunde: um die Function des Dilatators ausüben zu können, hätte der Ursprung der vordersten Fasern der eben erwähnten Portion erheblich weiter nach vorn vorgeschoben werden müssen; dem stand aber lange Zeit das Spritzloch im Wege, welches sich wohl noch auf der Ganoidenstufe der Knochenfische oben über dem Hyomandibulare öffnete, während etwas weiter unten für die Fasern von *Csd*<sub>1</sub> gleichsam ungehinderter Zugang bestand. Desselben Factors werden wir übrigens bei einer ähnlichen Erscheinung nochmals gedenken müssen.

Die Mm. adduct. arc. pal. und hyomand., levat. und adduct. operc. müssen auf Grund ihrer Innervirung als Differencirungen des dorsalen Abschnitts der Zungenbeinbogenportion des Constrictors, *Csd*<sub>2</sub> der Selachier, beurtheilt werden. Während der Levator operc. noch am ehesten die früheren Beziehungen der oberflächlichsten Lage dieser Portion beibehielt — in der That entspricht er ohne Weiteres dem Opercularis von Acipenser und etwas entfernter auch der vordern Hälfte von *Cs*<sub>2</sub> bei Chimaera — müssen die übrigen Muskeln aus den tiefern Theilen dieser Portion entstanden sein, indem dieselben allmählich zwischen Schädel und Hyomandibulare hinabrückten und der vorderste Abschnitt zugleich längs des Gaumendaches unter dem Auge weg nach vorn sich ausdehnte. Die Zwischenstufen dieser ausserordentlich weitgehenden Verlagerung und Wanderung sich zu vergegenwärtigen, ist allerdings schwierig; doch sei wenigstens darauf hingewiesen, dass bei Acipenser die innersten Fasern des Retract. hyomand., welchem speciell unser Adduct. hyomand. entspricht, schon ziemlich an der Innenfläche des *Hmd* sich befestigen, und dass ferner der den Adduct. arc. pal. versorgende Zweig vom Stamme des Facialis aus fast gerade nach vorn verläuft, während alle Zweige des Nerven zu den andern Muskeln nach hinten gerichtet sind, was jenen Muskel deutlich als secundäre Erweiterung des eigentlichen Verbreitungsbezirkes des Nerven kennzeichnet. — Warum aber, wird man sich auch hier fragen, ist dieser Anzieher des Palatoquadratum nicht aus der diesem Bogen angehörigen Constrictorportion hervorgegangen? Und der wahrscheinlichste Grund dürfte wieder im Spritzlochcanal zu suchen sein, welcher, an der Innenseite des Metapterygoids nach hinten und oben aufsteigend, dem über ihn wegziehenden Muskel



(dem Lev. max. sup. der Selachier) nicht gestattete, in die Tiefe vorzudringen, wogegen dem Vorrücken des Adduct. hyomand. auf den anstossenden Theil des Metapterygoids Nichts im Wege stand; damit war aber der Anfang eines Adduct. arc. pal. gebildet und das spätere Zurückweichen des Spritzlochcanalrudiments liess denselben immer grössere Ausdehnung nach vorn gewinnen.

#### b) Muskeln der Kiemenbogen.

(Levatores arc. branch. ext. und int., Obliqui und Transv. dors., Retract. arc. br. dors.)

Die beiden Gruppen der äussern und inneren Kiemenbogenheber, bei Perca und den Cyprinen scharf gesondert, erscheinen bei Esox als Theile eines Muskels, und zwar so, als ob sich von der innern, zum *Phbr II—IV* gehenden Hauptmasse des Muskels ein äusseres kleines Faserbündel abgelöst und seine Insertion auf das *Epbr* des nächst vorderen (I.—III.) Bogens verlegt hätte. Der Umstand jedoch, dass sowohl die innere, am *Phbr* befestigte Hauptmasse des Muskels hier als auch der Lev. arc. br. int. bei den übrigen sich von hinten hervorschiebt und den Nerven des betreffenden Kiemenbogens zwingt, um seinen Vorderrand in scharfem Winkel herumzubiegen, scheint gerade diesen Theil der Gruppe als secundäre Bildung zu kennzeichnen. Es darf also wohl der Lev. arc. br. ext. resp. bei Esox sein am *Epbr* befestigtes Aequivalent als das Primäre angesehen werden, wovon sich eine innere mit ihrer Insertion auf das *Phbr* des nächstfolgenden Bogens übergehende Schicht abgelöst hat, welche bei Esox stärker, aber unvollständig gesondert, bei den übrigen selbständig als Lev. arc. br. int., aber schwächer als die äussere entwickelt ist, die sich bei den Cyprinen bis zum V. Bogen, bei Perca (als Lev. arc. br. post.) am Ursprung bis auf das Supraclaviculare ausdehnt.

Die Vergleichung der Obliqui, Transversi und des Retractor dorsales zwischen den untersuchten Formen lässt sich nur unvollkommen durchführen; um ein sicheres Resultat zu erzielen, bedürfte es der Kenntniss noch mancher vermittelnder Zwischenstufen. Als unzweifelhaft homologe Bildung ist nur der bei allen Formen vom *Phbr III* und *IV* nach der andern Seite gehende Transvers. dors. zu bezeichnen; sodann dürfen wir die Obliqui dors. sup. und inf. wahrscheinlich als einer Muskelgruppe angehörig betrachten, von der sich bei Perca nur die obern, bei den Cyprinen nur die untern, bei Esox aber beide Differencierungen erhalten haben. Der Obliq. dors. post. des letzteren,

zwischen den beiden letzten Bogen ausgespannt, repräsentirt anderseits den noch undifferencirten Zustand der ganzen Gruppe. — Was den Retractor dors. betrifft, so scheint derselbe *Esox* ganz zu fehlen; er dürfte aber vielleicht durch den schwachen vordern Transvers. dors. vertreten sein, welcher vom *Phbr III* nach hinten und innen gehend zum grössten Theil am Parasphenoid und Basioccipitale Befestigung findet. Bei *Perca* hätte sich dann diese einfache Bildung in zwei sehr verschiedene Muskeln zerlegt, den eigentlichen, vom dritten Wirbel kommenden Retract. dors. und den als vordern Transvers. dors. bezeichneten Muskel, während die Cyprinen nur die hintere der beiden Differencirungen, aber in bedeutender Entfaltung und in zwei Bündel zerfallend behalten haben. —

Auch zur Vergleichung dieser Muskeln mit den einfacheren Gebilden bei Selachiern, Chimaera und Stör reicht das Material keineswegs aus. Die Levatores arc. br. ext. und int. zusammen entsprechen allerdings unzweifelhaft den Levatores arc. br. von *Acipenser* und sind wie diese als Reste der Mm. interbranchiales der Selachier zu beurtheilen, die am Schädel Befestigung gefunden und sich hier in zwei mehr oder weniger scharf gesonderte Gruppen differencirt haben. Dagegen findet sich für die Obliqui dors. keine unmittelbar zu vergleichende Bildung bei Stör oder Chimaera, und wenn sie auch den Interarc. der Selachier ähnlich sind, so haben sie doch eine ganz andere Verlaufsrichtung — welche sich jedoch vielleicht aus der veränderten Richtung der Pharyngobranchialia selbst erklären lässt; darin stimmen sie zugleich mit den beiden hintersten Levat. arc. br. von *Acipenser* überein, ganz vorzüglich besonders der Obliq. dors. post. von *Esox* mit *Lbr<sub>5</sub>* vom Stör. — Als ganz neue Bildung erscheinen die Transversi dors., sofern man sie nicht von Retractoren ableiten will, worauf vielleicht die Verhältnisse bei *Esox* und *Perca* hinweisen. Auch das wäre denkbar, dass wir darin einen Rest der ursprünglichen Ringmusculatur zu erblicken hätten, der sich nicht einmal mehr bei den heutigen Selachiern forterhalten hätte, oder aber eine Fortbildung der Schlundkopfmusculatur. — Ebenso sind die Retractores dors. selbst nur vermuthungsweise auf den M. subspinalis von *Acanthias* und *Heptanchus* zurückzuführen, dessen Bedeutung nicht minder unklar geblieben ist.

---

### III. Muskeln an den ventralen Enden der Visceralbogen.

#### a) Muskeln des Kiefer- und Zungenbeinbogens.

(Intermandibularis; Geniohyoideus; Hyohyoideus  
sup. und inf.)

Der erste dieser Muskeln entspricht nach Richtung, Insertion und Innervirung durchaus der vordersten ventralen Constrictorportion der Selachier, *Csv*<sub>1</sub> (vergl. hiezu die Bemerkung oben S. 471), und damit also auch dem schwachen Mylohyoideus (*Cs*<sub>6</sub>) von Acipenser; der einzige Unterschied besteht im Mangel des medianen Sehnenstreifens und dem durchweg queren Verlauf der Fasern. — Der Genio- und der Hyohyoideus sind jedenfalls nur Differencirungen der einen dem Zungenbeinbogen angehörigen Portion. Fasst man z. B. bei *Esox* nur den vordern Abschnitt des Geniohyoideus, wo die beiderseitigen Muskeln sich median vereinigt haben, und speciell das mit *Gh*<sub>3</sub> bezeichnete Bündel ins Auge, so tritt die Uebereinstimmung dieser Partie mit *Csv*<sub>2</sub> der Selachier, genauer mit demjenigen Theil der Portion, welcher sich oberflächlich von der ursprünglichen Schicht abgehoben und seinen Ursprung auf den Unterkiefer verlegt hat, sofort zu Tage. Als secundäre Bildungen oder aber als laterale Weiterbildungen des schmalen medianen Sehnenstreifens wären sonach zu beurtheilen die gerade nach vorn verlaufenden Sehnenbänder zur Befestigung am Unterkiefer unter- oder oberhalb des Intermandibularis. Bei den übrigen Formen ist das primäre, seitlich an die Innen-seite des Unterkiefers tretende Bündel eingegangen und nur die letztere Befestigungsweise übrig geblieben, und bei *Barbus* ist sogar die mediane Vereinigung verloren gegangen. Ueberall erscheint diese aber aufgehoben für die grössere hintere Hälfte des Muskels, deren Fasern unserer Annahme zufolge ursprünglich von der Mittellinie entsprangen und nach aussen und vorn verliefen: indem sich die Kiemenspalte nach vorn und innen immer weiter ausdehnte, wurden die beiderseitigen Geniohyoidei von hinten her auseinandergedrängt und ihre Fasern successive zur Verlegung ihres Ursprungs auf den nächstliegenden Skelettheil, das Ceratohyale, genöthigt, wodurch sich die Hauptrichtung des Muskels beinah um einen rechten Winkel veränderte, — ein Verhältniss, das bei *Esox* zwischen dem eigentlichen Geniohyoideus und dem mit *Gh*<sub>3</sub> bezeichneten, die noch unveränderte Richtung zeigenden Bündel thatsächlich besteht.

Der *Hyo-hyoideus inferior* entspricht der tiefern, an ihrer ursprünglichen Befestigungsstelle, dem untern Stück des Zungenbeinbogens verbliebenen Schicht von *Csv<sub>2</sub>* der Selachier, also auch dem *Hyoides inf.* von *Chimaera*. An letzteren erinnert namentlich die Ablösung der Schicht als selbständiger Muskel und das Uebergreifen der Insertion (freilich nicht am Unterkiefer, sondern am Hypohyale) nach der andern Seite, wie es bei *Esox* und *Perca* vorkommt; dagegen die für die Selachier charakteristische mediane Vereinigung der beiderseitigen Muskeln durch Sehnenstreif oder directen Uebergang der Fasern zeigen *Cyprinus* und *Barbus*. Uebrigens ist wohl zu bemerken, dass nach dieser Auffassung das an den Kiemenhautstrahlen befestigte Ende des *Hyohyoid. inf.* dem lateralen, von jeher am Ceratohyale sich inserirenden Ende des homologen Muskels der Selachier entspricht, während der unmittelbar nach aussen und hinten davon entspringende Theil des *Geniohyoideus*, wie oben dargelegt wurde, aus dem ursprünglich medianen Abschnitt von *Csv<sub>2</sub>* hervorgegangen und erst nachträglich auf dieses Skeletstück verlegt worden ist, — dass also mit andern Worten hier zwei Muskeln vorliegen, welche, trotzdem sie fast gemeinschaftlich entspringen und nahezu denselben Verlauf haben, doch insofern geradezu entgegengesetzter Abstammung sind, als ihre jetzt sich deckenden Enden früher einander gegenüber lagen und mithin beide eine Drehung um mindestens 90° in entgegengesetzter Richtung ausführen mussten, um in ihre gegenwärtigen Beziehungen zu gelangen. Damit ist zugleich begründet, warum der *Geniohyoideus* nicht mit dem *Hyoid. inf.* von *Chimaera* verglichen werden darf, trotz der frappanten Aehnlichkeit, welche beide bei der Ansicht von unten darbieten. — Unerklärlich bleibt dabei allerdings noch, warum bei *Barbus* die *Hyohyoidei* fast in ganzer Breite vereinigt, die *Geniohyoidei* aber vollständig getrennt sind, während im Gegensatz hiezu bei *Esox* die letzteren sehr weit vereinigt, die ersteren ganz getrennt erscheinen. *Cyprinus* nimmt übrigens in Hinsicht auf beide Muskeln eine Mittelstellung ein.

Der *Hyo-hyoideus sup.* endlich, der Kiemenhautstrahlenmuskel, vertritt den nicht in zwei Schichten zerfallenen obern Abschnitt von *Csv<sub>2</sub>* der Selachier, den lateralen, die Kiemendeckelmembran auskleidenden Theil von *Cs<sub>1</sub>* bei *Chimaera*, und ist homodynam dem *Interbranchialis* der Kiemenbogen. Der wesentliche Unterschied zwischen diesen Gebilden und unserm Muskel, dass dieser nämlich an der Innen- oder Hinterseite der Kiemenhaut-

strahlen liegt, erklärt sich leicht durch allmähliche Verlegung desselben zuerst zwischen und dann nach innen von letzteren, wohl in Folge der Ausbildung des Operculums, Suboperculum und der (knöchernen) Branchiostegalstrahlen, wodurch ja auch der R. hyoid. Facialis für den grössten Theil seines Verlaufs an die Innenseite verdrängt worden ist. —

Die Innervirung dieser Muskeln bestätigt durchaus die hier nur aus ihren sonstigen Beziehungen abgeleitete Beurtheilung derselben. Indem der R. hyoid. Fac., nach Versorgung des Hyohyoid. sup., zwischen den untersten Branchiostegalstrahlen nach aussen durchtritt und sich sowohl im Hyohyoid. inf. als in der hintern Hälfte des Geniohyoideus vertheilt, wiederholt er ganz das Verhalten dieses Nerven bei den Selachiern. Dagegen spricht die Innervirung der untern (vordern) Hälfte des letztern durch den Maxillaris inf. dafür, diesen Theil noch als Differencirung von *Csv*<sub>1</sub>, mithin als zum Intermandibularis gehörig zu betrachten<sup>1)</sup>. Doch lässt sich in Ermangelung von erläuternden Zwischenformen diese Frage nicht bestimmt beantworten.

#### b) Muskeln der Kiemenbogen.

(Interbranchiales; Adductores arc. branch.; Interarcuales ventrales.)

Die Adductores zeigen, soweit sie überhaupt vorkommen, die gewohnten Verhältnisse; die am untern Ende der Bogen vorhandenen Reste der Interbranchiales liegen wie bei den Selachiern und abweichend von Acipenser an der Vorderseite der Bogen, trotzdem der zugehörige Trunc. branchialis Glossophar. resp. Vagi nach hinten und innen davon in der Rinne längs der Mitte des Bogens verläuft. Dagegen stimmen sie mit dem Stör darin überein, dass ihre Fasern senkrecht zur Längsrichtung des betreffenden Bogenstücks nach aussen ziehen.

Was die Interarcuales ventr. betrifft, so ergibt sich schon aus der Beschreibung, dass unter den in verschiedenster Richtung laufenden Obliqui der vom untern Ende des *Cbr I—III* nach vorn und innen an die Unterseite des *Hbr* desselben Bogens, vom *Cbr IV* an das *Hbr* des dritten Bogens tretende Muskel (auf Taf. XIII, Fig. 9 mit *Ov I*<sub>1</sub>, *II*<sub>1</sub>, *III*<sub>1</sub> und *IV*<sub>1</sub> bezeichnet) das constan-

<sup>1)</sup> Dass dieser Theil zum Innervationsgebiet des Facialis zu rechnen sei, weil der R. maxill. inf. Trigemini mit dem R. mandibularis Fac. verschmolzen ist, erscheint unwahrscheinlich, da letzterer sonst sich nur an häutigen Theilen verbreitet, also als sensibler Ast auftritt.

teste und zumeist kräftigste Element ist und zugleich dasjenige, welches mit den beim Stör vorkommenden *Interarcuales ventr.* die vollste Uebereinstimmung zeigt. Es darf daher wohl auch als die ursprünglichste und einfachste Bildung angesehen werden, von der sich die übrigen ableiten. — Wie der erste *Interarc. ventr.* von *Acipenser* seine Insertion auf den nächst vordern Bogen verlegt hat, so geht bei den Cyprinen wenigstens ein Bündel derselben Portion nach vorn zum innern Ende des *Ceratomyale* ab, was bei *Esox* am ersten und zweiten Bogen durch starke Sehnen (*Ov I<sub>2</sub>, II<sub>2</sub>*) vertreten wird. Hier wiederholt sich dies am III. und IV., bei den Cyprinen bloß am IV. Bogen mit stärker nach aussen abweichender Richtung (*Ov III<sub>2</sub>, IV<sub>2</sub>*). Endlich die nach innen divergirenden Bündel: bei den Cyprinen am I.—III., bei *Esox* nur am III. Bogen (*Ov III<sub>3</sub>* mit *Ov IV<sub>1</sub>* und dem *Pharyngo-arc.* vereinigt); woran sich dort unmittelbar der *Transversus ventr.* anschliesst, während derselbe hier und bei *Perca* am IV. Bogen als Vertreter des erwähnten Bündels betrachtet werden kann, — letzteres Verhältniss abermals an *Acipenser*, *Interarc. ventr.* 4 und 5 erinnernd.

Durch die Vergleichung mit den *Interarc. ventr.* des Störs ist zugleich die Ableitung unsrer Muskeln von den Selachiern gegeben: sie stellen wie jene die ventralen Enden der *Mm. interbranchiales* dar, nur in reichlicherer Entfaltung, wenn auch jedenfalls mit relativ geringerer Leistungsfähigkeit. Es dürfte sonach der unmittelbare Uebergang der *Obliq. ventr. I<sub>1</sub>* bis *III<sub>1</sub>* in die davor liegenden *Interbranchiales* bei *Esox* wohl auf die frühere Einheit beider Muskelgruppen zurückzuführen sein.

Welche Bedeutung die bei *Esox* gefundene, median unterhalb der zweiten und dritten *Copula* ausgebreitete Muskelschicht (Fig. 9, x) hat, lässt sich nicht angeben; wahrscheinlich ist sie eine Differencirung der benachbarten *Obliqui*, mit denen sie ja auch zum Theil direct zusammenhängt.

#### c) Muskeln der untern Schlundknochen.

(*Pharyngo-hyoideus*, -*arcualis*, *Pharyngeus transvers.*,  
*Phar.-clavicular. ext. et int.*)

Von vorn herein möchte man wohl erwarten, dass die Muskeln dieses fünften Bogens den an den übrigen Kiemenbogen gefundenen im Allgemeinen entsprechen und nur der veränderten Gestalt und Function desselben angemessene Modificationen zeigen würden. Am dorsalen Ende liess sich ja auch in der That ein

solches Verhalten nachweisen: der *Levator arc. br. post.*, der bei *Perca*, der *Obliq. dors. inf.*, der bei den Cyprinen, der *Obliq. dors. post.*, der bei *Esox* an das hintere obere Ende des untern Schlundknochens geht, fügen sich leicht in die Reihe der an den vordern Bogen mehrfach wiederkehrenden Muskeln, und selbst für die an der ganzen Hinterseite jenes Knochens inserirenden starken *Retractores arc. br. dors.* der Cyprinen finden sich entsprechende Bildungen in den am dritten und vierten Bogen befestigten Retractoren von *Esox* und *Perca*. — Andererseits aber ist zu beachten, dass der fünfte Bogen schon bei der Mehrzahl der Selachier (mit einziger Ausnahme nämlich von *Heptanchus* und *Hexanchus*) keine ihm speciell zugehörige Constrictorportion mehr besitzt, also auch keinen *Interbranchialis*, aus dessen ventralem Ende eine den *Interarcuales ventr.* an den vordern Bogen homologe Gruppe hätte entstehen können<sup>1)</sup>, dass also mindestens keine directe Zurückführung der hier in Frage stehenden Muskeln auf entsprechende Bildungen der Selachier erwartet werden darf. Auch *Chimaera* fehlt eine entsprechende Bildung; dagegen besitzt *Acipenser* einen *Interarc. ventr.* des V. Bogens, der als *Transversus* in den anderseitigen übergeht.

Fassen wir nach diesem Rückblick die vorliegenden Muskeln ins Auge, so zeigt sich innerhalb der Knochenfische selbst eine beinah überraschende Gleichförmigkeit in der Gestaltung dieser Theile. Am tiefsten, d. h. dem Herzen am nächsten liegt der *Pharyngeus transvers.*, ein reiner Quermuskel, blos bei *Esox*, entsprechend der langgestreckten Form seiner Schlundknochen, mit theilweise longitudinalem Verlauf; nach unten und aussen davon folgt der *Pharyngo-clav. int.*, bei den Cyprinen in zwei Bündel zerfallen, aber überall entschiedener Längsmuskel, hinten breit, vorn an der Insertion nahe der Mediane zugespitzt; nach aussen davon der *Pharyngo-clav. ext.*, steil aufsteigend, bandförmig, an der Insertion, welche ungefähr die Mitte des Knochens einnimmt, stets breiter als am Ursprung, den vorigen schief kreuzend. Blos hinsichtlich des äussersten dieser Muskeln, des *Pharyngo-arcualis*, und seines Stellvertreters bei *Perca*, des *Pharyngo-*

---

<sup>1)</sup> Als einziges hier noch in Betracht kommendes Element wäre das Bündel zu nennen, welches, vom Vorderrand des *Trapezius* sich ablösend, an den hintersten Kiemenbogen tritt, dessen Homologon bei den Knochenfischen aber jedenfalls am dorsalen Ende des untern Schlundknochens zu suchen wäre, wo sich ein solches nicht nachweisen lässt.



hyoideus, bestehen wesentlichere Verschiedenheiten: jener ist bei *Esox* ein langes, vom Hinterende des untern Schlundknochens kommendes Bündel, das an den medialen Enden des IV. und III. Bogens endigt; bei den Cyprinen sind es zwei getrennte kurze Muskelchen, vom Vorderende des *Phi* entspringend, aber an denselben Stellen wie dort sich inserierend; der entsprechende Muskel von *Perca* endlich hat mit den genannten nur so viel gemein, dass er gleichfalls der lateralste der ganzen Gruppe ist, vom *Phi*, aber von seiner Mitte, entspringt und nach vorn und innen, zugleich jedoch stark nach unten verläuft; sein Ende findet er am Urohyale.

Es ist nun nicht zu verkennen, dass die bei den Selachiern an den letzten Kiemenbogen gehende Portion der ventralen Längsmusculatur nach Ursprung und Insertion, Gestalt und Verlauf die auffallendste Aehnlichkeit mit unserm Pharyngo-clav. ext. zeigt, dass ebenso der Coraco-arc. post. von *Acipenser* in jeder Beziehung ausserordentlich an unserm Pharyngo-clav. int. erinnert. Einer Homologisirung der hier erwähnten Muskeln steht aber die Innervirung durchaus entgegen. Die ventrale Längsmusculatur wird stets und ausschliesslich von den vordersten Spinalnerven, die sämtlichen Muskeln der untern Schlundknochen aber (blos für den Phar.-hyoid. nicht beobachtet, von Stannius jedoch im Allgemeinen auch für diesen bestätigt) durch die Ri. pharyngei inf. des Vagus versorgt. Hienach sind letztere, ungeachtet ihrer Beziehungen zum Schultergürtel, zur Kiemenbogenmusculatur zu rechnen; sie müssen durchaus aus Theilen des allgemeinen Constrictors und speciell aus dem ventralen Abschnitt des dem V. Bogen zukommenden M. interbranchialis hervorgegangen sein. In der That erscheint es, wenn man diese Portion bei *Heptanchus* betrachtet (vergl. diese „Untersuchungen“ etc. I. Theil, Taf. XV, Fig. 9, *Csvβ*<sub>7</sub>), gar nicht sehr schwierig, sich vorzustellen, wie daraus zunächst ein etwa dem Phar.-clav. ext. ähnlicher Muskel und durch Differencirung von diesem der Phar.-clav. int. entstanden sein möchten. Weniger einleuchtend ist die Ableitung des Phar. transvers. und des Phar.-arc. von demselben Ausgangspunkt, und beinahe unmöglich erscheint sie für den Phar.-hyoid. von *Perca*. Nur die Auffindung einiger Zwischenformen vermag hier der reconstruirenden Phantasie etwelchen Anhalt zu geben.

Jedenfalls weisen uns diese Muskeln der unteren Schlundknochen der Teleostier auf Formen zurück, bei denen der V. Bogen noch nicht der Kieme, der kräftigen Ausbildung und der vollen Gliederung verlustig gegangen war, welche bei sämtlichen

Fischen mit einziger Ausnahme von Hex- und Heptanchus nur die vier vorderen Bogen charakterisiren. Freilich führt dieser Satz sofort zu der einigermaassen unerwarteten, jedoch keineswegs von vornherein unmöglichen Folgerung, dass dann die Verkümmernng des V. Bogens, welche eben allen Fischen ausser den beiden genannten gemeinsam ist, doch keine gemeinsam ererbte Einrichtung sei, indem zum mindesten die Teleostier sich vor ihrem Auftreten von den Selachiern abgezweigt hätten, dass sie also vielmehr als eine Erscheinung beurtheilt werden müsse, welche durch ähnliche Ursachen an homologen Gebilden wenigstens zweimal, wenn nicht mehrmals, selbständig hervorgerufen worden sei.

---

#### IV. Ventrale Längsmusculatur.

##### M. sterno-hyoideus.

Diese bei allen vier Objecten gleichmässig ausgebildete unpaare Muskelmasse verräth ihre ursprüngliche Paarigkeit blos noch dadurch, dass sie von beiden Seiten her innervirt wird und mit zwei Sehnen endigt. Vergleichen wir sie mit niederen Formen, so ergibt sich als nächster Anknüpfungspunkt der Coraco-arc. ant. von Acipenser. Was hier vorbereitet erscheint: Reduction der den Kiemenbogen zukommenden Partien der Längsmusculatur und um so kräftigere Ausbildung des zum Zungenbein gehenden vordersten Abschnitts — das ist bei den Knochenfischen vollständig durchgeführt. Auch die bei Acipenser nur durch den schwachen Branchio-mand. vertretene Portion des Unterkiefers ist hier ganz verschwunden — jedenfalls aber aus andern Gründen als dort. — Auf die Abstammung dieser Musculatur von eigentlichen Bauchmuskeln weisen auch hier noch die charakteristischen sehnigen Inscriptionen hin.

---

Ein dem Trapezium der Selachier und Chimaera vergleichbarer Muskel fehlt den Knochenfischen; denn der vom Kopf zum obern Ende des Schultergürtels tretende Theil der Rumpfmusculatur, der auch vom Rückenmark aus versorgt wird, ist natürlich nicht jenem homolog, sondern eine Neubildung, deren Anfänge übrigens schon bei den Selachiern zu beobachten sind.

---

Die hier besprochene Musculatur der Knochenfische liess sich trotz ihrer Eigenartigkeit fast durchweg mit Sicherheit auf entsprechende Bildungen bei Selachiern, Chimaera und Acipenser zurückführen; jedoch kann man keineswegs behaupten, dass sich eine grössere Annäherung an eine der letztern als an die erstern Formen herausgestellt hätte. Vielmehr zeigte sich in den meisten Fällen, dass zwischen dem noch wenig differencirten Zustand der Selachier und demjenigen der Teleostier andere Mittelglieder gelegen haben müssen, als Chimaera und Acipenser sie heute bieten, dass die letztern hinsichtlich ihrer Musculatur eine Entwicklung eingeschlagen haben, von der sich die der Knochenfische zumeist schon sehr frühe entfernt haben muss. In einem Falle führte die Betrachtung sogar auf ein Verhältniss zurück, das heute nur noch durch die niedrigsten Selachier vertreten wird.

Stellen wir zum Schluss die Kiemen- und Kiefermuskeln der Knochenfische nach den Gesichtspunkten zusammen, welche bei den Selachiern maassgebend waren, d. h. nach den dort einheitlich und selbständig auftretenden Systemen, so ergibt sich folgende Anordnung:

I. Oberflächliche Ringmusculatur. *Dorsal*: Levat. arc. pal., Dilat. operc.; — Adduct. arc. pal., Adduct. hyomand., Adduct. und Levat. operc.; — Levat. arc. br. ext. und int. — *Ventral*: Intermandib., Geniohyoid., Hyohyoid. sup. und inf.; — Interarcuales ventr.; — Pharyngo-hyoid., -arcual., -clavic. ext. und int., Pharyngeus transvers. — Interbranchiales.

II. Obere Zwischenbogenmuskeln: Obliqui und Transversi dorsales. — Retractores arc. branch. dors.

III. Mittlere Beuger der Bogen: Adductor mandibulae; Adductores arc. branch.

IV. Ventrale Längsmusculatur: Sterno-hyoideus.

Endlich gebe ich nachstehende Uebersicht über die sämtlichen beschriebenen Muskeln, nach der Innervirung geordnet, wobei zugleich die Resultate der Vergleichung in anschaulicher Form zum Ausdruck kommen.

<i>Selachier.</i>	<i>Chimaera.</i>	<i>Acipenser.</i>	<i>Knochenfische.</i>
<i>R. maxillar.</i> (mit Add γ?) <i>inf. Trigem.</i> Adduct. mand., mit Add β.	Levat. anguli oris. Labialis ant. et post. (?) — Adductor mand.  { Cs <sub>2</sub> superf. und prof. Hyoïd. sup. (Cs <sub>1</sub> (mit Cs <sub>4</sub> und Cs <sub>5</sub> ?) Hyoïd. inf. — („Adduct. arc. br.“ <sub>4</sub> u. <sub>5</sub> ?) Protract. arc. br.  Interbranchiales  Adduct. arc. br. — Trapezius superf. u. prof. Coraco-mand. Coraco-hyoid. Coraco-branchiales.	Protractor hyomand. — Cs <sub>3</sub> (Mylohyoideus) Adductor mand.  { Retract. hyomand. Opercularis.  Cs <sub>1</sub> , Cs <sub>2</sub> , Cs <sub>3</sub> , Cs <sub>4</sub> ; Cs <sub>5</sub> ;  — (Levat. arc. br. <sub>4</sub> u. <sub>5</sub> ?) — Levatores arc. br.  Interbranchiales Interarcuales ventr.  Adductores arc. br. — — Branchio-mand. { Coraco-arc. ant. u. post.	{ Levat. arc. pal., mit Dilat. operc. Intermandib. Adduct. mand. Adduct. arc. pal. Adduct. hyomand. Adduct. u. Levat. operc. { Genio-hyoid. (nur obere Hälfte?) Hyo-hyoid. sup. Hyo-hyoid. inf. — Interarcuales dors. (Obliqui u. Transversi). Retractores arc. br. Levatores arc. br. ext. und int. Interbranchiales. { Interarcuales ventr. (Obliqui u. Transversi). Pharyngei. Adductores arc. br. — — — Sternohyoideus.
<i>Glossophar. und Vagus</i> Levator max. sup. (Csd <sub>1</sub> ) { Csd <sub>2</sub> , superf. und prof. Csd <sub>3</sub> , superf. und prof.  Csd <sub>3-8</sub> Interarcuales Subspinalis  Interbranchiales  Adductores arc. branch. Csd <sub>3-8</sub> Trapezius Coraco-mand. Coraco-hyoid. Coraco-branchiales.			

### Tafelerklärung.

Mit Ausnahme der Figuren 2 und 4 auf Taf. XII, welche auf  $\frac{2}{3}$ , und der Fig. 8 auf Taf. XIII, welche auf  $\frac{3}{4}$  natürlicher Grösse verkleinert werden mussten, sind sämtliche Abbildungen in natürlicher Grösse, mit dem Diopter nach den Präparaten gezeichnet. — Die Nerven sind durchgängig mit aufrechten, die Skelettheile und Muskeln mit schiefen Buchstaben bezeichnet. — Ein hinter dem Namen eines Muskels stehendes *o* bedeutet Ursprungs-, ein *i* Insertionsstelle desselben.

Für sämtliche Figuren gültige Bezeichnungen.

<i>Ang</i>	Angulare	} des Unterkiefers.
<i>Art</i>	Articulare	
<i>Bst</i>	Kiemenhautstrahlen.	
<i>Cbr</i>	Ceratobranchiale (unteres Mittelstück) der Kiemenbogen.	
<i>Chy</i>	Ceratohyale (Hyoidstück) des Hyoidbogens.	
<i>Cl</i>	Clavicula.	
<i>c. M</i>	Meckel'scher Knorpel.	
<i>Cor</i>	Coracoidtheil des Schultergürtels.	
<i>Dt</i>	Dentale des Unterkiefers.	
<i>Ebr</i>	Epibranchiale (oberes Mittelstück) der Kiemenbogen.	
<i>Ehy</i>	Epihyale (oberes Stück) des Hyoidbogens.	
<i>Ekpt</i>	Ektopterygoid.	
<i>Enpt</i>	Entopterygoid.	
<i>Fr</i>	Frontale.	
<i>Hbr</i>	Hypobranchiale (Copulare) der Kiemenbogen.	
<i>Hhy</i>	Hypohyale (unterstes kleines Stück) des Hyoidbogens.	
<i>Hmd</i>	Hyomandibulare.	
<i>Iop</i>	Interoperculum.	
<i>Md</i>	Unterkiefer.	
<i>Mpt</i>	Metapterygoid.	
<i>Mx</i>	Maxillare.	
<i>O</i>	Operculum.	

<i>Pal</i>	Palatinum.
<i>Pfr</i>	Postfrontale.
<i>Phbr</i>	Pharyngobranchiale (Basale) der Kiemenbogen.
<i>Pmx</i>	Praemaxillare.
<i>Pop</i>	Praeoperculum.
<i>Qd</i>	Quadratum.
<i>Sc</i>	Scapulartheil des Schultergürtels.
<i>Sop</i>	Suboperculum.
<i>Sq</i>	Squamosum (Pteroticum).
<i>Sy</i>	Symplecticum.
<i>T</i>	Ligament zwischen <i>Aug.</i> und <i>lop</i> resp. <i>Ehy</i> .
<i>Uhy</i>	Urohyale (unpaare hintere Verlängerung des Glossohyale).

---

<i>F</i>	Facialis.
<i>Fhy</i>	R. hyoideus des Facialis.
<i>Fmd</i>	R. mandibularis des Facialis.
<i>Gl</i>	Glossopharyngeus.
<i>Mi</i>	R. maxillaris inferior des Trigemini.
<i>Ms</i>	R. maxillaris superior des Trigemini.

---

## Taf. XII.

Fig. 1. *Chimaera monstrosa*. Rechte Seite des Kopfes, nach Wegnahme der Haut. In der vordern Hälfte sind ausserdem die oberflächliche Aponeurose des Constrictors und einige muskulöse Theile desselben, hinten die über die Schultermuskeln hinwegziehende Aponeurose abgetragen worden. — *Po* Basis des „Postorbitalfortsatzes“. *Pn* Palatonasaltheil des Schädels. *Nfk* Nasenflügelknorpel. *L<sub>1</sub>* Praemaxillarknorpel, *L<sub>2</sub>* Maxillarknorpel, *L<sub>3</sub>* Mandibularknorpel. — *Cs<sub>1-5</sub>* Portionen des *M. constrictor superficialis*. *Cs<sub>1</sub>β<sup>i</sup>* Insertion der oberflächlich differencirten Schicht von *Cs<sub>1</sub>*, ganz abgetragen; den Ursprung deutet die untere gebogene punktirte Linie an. *Cs<sub>2</sub>p* Tiefe, unter den Trapezius superfic. eindringende (muskulöse) Fortsetzung von *Cs<sub>2</sub>*; *Cs<sub>2</sub>s* Oberflächliche (aponeurotische) Fortsetzung derselben Portion, am Ursprung abgeschnitten; *Cs<sub>4</sub>o* Untere Grenze (die horizontale Linie darüber bezeichnet die obere Grenze) des Ursprungs von *Cs<sub>4</sub>*, welche Portion in die Aponeurose der vordern Gesichtshälfte ausstrahlt; *Cs<sub>5</sub>* 5. Constrictorportion mit abgeschnittenem sehnigem Ende. — *Lao<sub>1</sub>* und <sub>2</sub> Vorderer und hinterer Theil des *M. levator anguli oris*; *Lao<sub>1</sub><sup>o</sup>* Ursprungssehne des ersteren. *Am* *M. adductor mandibulae*. *Lba*, *Lbp* *Mi. labia-*

les ant. et post. *Trs* *M. trapezius superficialis*. *T* Sehne vom „Unterkieferknorpel“ zum hintern Winkel des Unterkiefers.

Fig. 2. *Acipenser sturio*, dieselbe Ansicht. — *Mw* „Mundwinkelstück“. *Mrg* „Marginalstück“. *Spr* Spritzloch. — *Cs*<sub>1</sub> Vorderste Portion des oberflächlichen Constrictors. *Cs*<sub>2</sub> Zweite Portion desselben, am Uebergang in ihre aponeurotische Endausbreitung abgeschnitten. *Am* *M. adductor mandibulae*. *Ph* *M. protractor hyomandibularis*. *Rh* *M. retractor hyomandibularis*. *Op* *M. opercularis*.

Fig. 3. *Chimaera*; Ansicht des Kopfes von unten, nach Entfernung der Haut und der ventralen und seitlichen Portionen des Constrictors. — *L*<sub>3</sub> Mandibularknorpel; *L*<sub>4</sub> „Unterkieferknorpel“. — *Lbp*, *T*, *Cs*<sub>3</sub> wie in Fig. 1. *Cs*<sub>5</sub> Vom Coraco-mandibularis abzweigendes und in die 5. Constrictorportion übergehendes Muskelbündel, am Ursprung abgeschnitten. *Hi* *M. hyoideus inferior*, Anfangstheil. *Cm*<sub>1</sub> *M. coraco-mandibularis*, oberflächliche unpaare Ursprungsportion, vorn auseinanderweichend und die tiefere (am Ursprung paarige) Portion — *Cm*<sub>2</sub> — hervortreten lassend. *Chy*<sub>x</sub> Von der Unterfläche des Coracoids kommendes Bündel zum *M. coraco-hyoideus*.

Fig. 4. *Acipenser*; Ventralansicht des Kopfes nach Wegnahme der Haut. — *Mw*, *Mrg*, *Cs*<sub>1</sub>, *Cs*<sub>2</sub>, *Am*, *Ph* wie oben in Fig. 2. *Gpl* Gaumenplatte des Palatoquadratus. — *Cs*<sub>3</sub>, *Cs*<sub>4</sub> Oberflächliche Portionen des Constrictors zum Hyoidbogen und zum Kiemendeckel; *Cs*<sub>5</sub> Tiefe Portion zum Hyoidbogen; *Cs*<sub>6</sub> Tiefe Portion zum Unterkiefer (*Mylohyoideus*); die mediane Aponeurose wurde herausgeschnitten, um das darüber liegende Vorderende des *M. branchio-mandibularis* — *Bm* — sichtbar zu machen. *Caa* *M. coraco-arcualis anterior*, nahe seinem Ursprung.

Fig. 5. *Chimaera*, Ansicht von unten rechts. Der Constrictor ist ganz beseitigt, der Kiemendeckel nach vorn zurückgeschlagen, der *M. coraco-mandibularis* in der Mitte seiner Länge durchgeschnitten und die vordere Hälfte entfernt; die Kiemen sind bis auf kleine Reste der Kiemenscheidewände abgetragen. — *hy* Hyoidstück des Zungenbeinbogens. *Hbr* I Hypobranchiale des I. Kiemenbogens. *F* Fünfter Kiemenbogen. *Sp* R. anterior der vereinigten ersten und zweiten Spinalnerven. — *Trs* *M. trapezius superficialis*. *Trp* *M. trapezius profundus*. *Hs* *M. hyoideus superior* (blos von der Unterseite nahe seiner Insertion sichtbar). *Hi* *M. hyoideus inf.* *Ibr*<sub>1-3</sub> *Mi. interbranchiales* des I. bis III. Kiemenbogens, in der Mitte ihrer Länge nach aussen in die Kiemenscheide-



wände ausstrahlend. *Abr*<sub>4, 5</sub> Mi. adductores arc. branch. des IV. und V. Kiemenbogens (nur zum kleinsten Theile sichtbar). *cm*<sub>1</sub> Oberflächliche unpaare, *cm*<sub>2</sub> tiefe paarige Ursprungsportion des M. coraco-mand., in *Cmc* zu einer Masse vereinigt. *cm*<sub>1</sub><sup>i</sup>, *cm*<sub>2</sub><sup>i</sup> Insertionslinie der paarigen und der unpaaren Portion dieses Muskels am Unterkiefer. *Chy* M. coraco-hyoideus, in der vordern Hälfte sichtbar. *Chy*<sub>x</sub> wie oben Fig. 3. *Cbr*<sub>1-5</sub> Mi. coraco-branchiales des I. bis V. Kiemenbogens.

### Taf. XIII.

Fig. 6. *Acipenser*, Ansicht des Kiemengerüstes von unten. Die Kiemen sind entfernt, ebenso der rechtsseitige M. coraco-arcualis ant. und die beidseitigen Mi. coraco-arcuales post. — *Hy* Ceratohyale (nebst Hypohyale) des Hyoidbogens. *Hbr* I—V distale Enden des I. bis V. Kiemenbogens. — *Iav*<sub>1-5</sub> Mi. interarcuales ventrales. *Bm* M. branchio-mandibularis in seiner hintern Hälfte. *Caa* M. coraco-arcualis anterior der linken Seite. *Caa*<sub>1-4</sub><sup>i</sup> Insertion der Endsehnen des rechtsseitigen *Caa* am Hyoidbogen und den drei ersten Kiemenbogen. *Caa*<sub>c</sub> Kurze starke Verbindungssehne der beidseitigen Coraco-arcuales ant. *Cap*<sup>i</sup> Insertion der vereinigten Mi. coraco-arcuales post. beider Seiten.

Fig. 7. *Esox lucius*, Seitenansicht des Kopfes von links. Die Haut ist überall weggenommen, die oberflächliche Schicht des grossen Kieformuskels am Ursprung und beim Uebergang in den Unterkieformuskel abgetragen worden. — *Mpt* Oberer Rand des Kammes auf der Aussenfläche des Metapterygoids. *Hmd* Hintere Ecke des Gelenkfortsatzes des Hyomandibulare. *Ptp* Os posttemporale. *Scl* Supraclaviculare. — *A*<sub>2</sub><sup>o</sup> unten und oben: Ursprungsfläche der oberflächlichen (resp. mittleren) Kieformuskelportion *A*<sub>2</sub>; *A*<sub>2</sub><sup>i</sup> directer Uebergang derselben in den Unterkieformuskel *Aω*; *Aω*<sup>i</sup> Insertionsgebiet des letzteren (der Unterkiefer durchsichtig gedacht). *A*<sub>3</sub> Tiefe Portion des M. adduct. mand., *A*<sub>3</sub><sup>t</sup> Endsehne zum Meckel'schen Knorpel; *A*<sub>3</sub><sup>β</sup> oberes Bündel zu *Aω*. *Ap* M. adductor arc. pal. *Lp* M. levator arc. pal. *Do* M. dilatator, *Lo* M. levator operculi; *Do*<sup>β</sup> unteres accessorisches Bündel des ersteren. *Tr* M. trapezius. *Hhs* M. hyo-hyoideus sup. — 1 oberer Ast des Maxillaris inf. zum Adductor mand. 2 u. 3 Zweige desselben zu *A*<sub>2</sub>. 4 Unterer Ast zu *A*<sub>2</sub>. 5 und 6 Hautäste zum Unterkiefer. 10 R. buccalis accessorius des Facialis. A, B Vorderer und hinterer Ast des R. mand. Fac. 11 Zweig des ersteren zu *A*<sub>2</sub>.

Fig. 8. *Esox*, Ansicht des linken Unterkiefers von innen. Der

Unterkiefermuskel  $A\omega$  sowie die Mm. intermand. und genio-hyoid. sind entfernt, die z. Th. durch ersteren hindurch verlaufenden Nerven dagegen erhalten worden. —  $Ss$  Sesamoidverknöcherung an der Insertion der Endsehne von  $A_3 - A_3^t$  — am Meckel'schen Knorpel.  $A\omega^i$  Insertion des Unterkiefermuskels am  $Art$ ,  $Dt$  und  $cart. Meck.$   $Im^i$ ,  $Gh_3^i$  Insertion des M. intermandibularis und der darunter sich befestigenden Portion des Genio-hyoideus.  $Gh^t$  Obere Endsehne des letzteren. — 7 und 8 Zweige des Max. inf. zu  $A\omega$ , zumeist ziemlich dicht am Knochen entlang, nach aussen von den Zweigen des R. mand. Fac. verlaufend. 9 Rest des Max. inf., der unter der  $cart. Meck.$  durchtretend sich mit  $Fmd$  vereinigt.  $A, B$  Vorderer und hinterer Ast des R. mand. Fac., an der Innenseite des  $Art$  wieder zum  $Fmd$  sich vereinigend. 12 Zweige des letzteren, welche,  $A\omega$  quer durchsetzend, zur Mundschleimhaut gelangen. 13 rückwärts aufsteigender Zweig von 12. 14 zahlreiche feine Zweige vom R. mand. Fac. oder weiter vorn von  $FM$  — vereiniger Max. inf. und  $Fmd$  —, welche das  $Dt$  durchbohrend in die äussere Haut gehen. 15 Zweig von  $FM$  zum M. genio-hyoideus, vordere Hälfte. 16 Zweig desselben zum M. intermandibularis. 17 Ausläufer desselben zur Haut.

Fig. 9. *Esox*, Ansicht des Kiemenkorbes von unten. Die Kiemen sind entfernt, die Endsehnen des ventralen Längsmuskels durchgeschnitten und dieser sammt der Clavicula etwas nach links hinübergedrängt. —  $C_1$  Vorderste Copula.  $Hhyi$  Hypohyale inferior.  $V$  Hinterende des untern Schlundknochens. —  $Odp$  M. obliquus dorsalis posterior, der Gruppe der Interarcuales dorsales angehörig.  $Ibr_1 - 3$  Mm. interbranchiales des I. bis III. Kiemenbogens, nur in Rudimenten vorhanden.  $Ov I_1, II_1, III_1$  Hauptportion des M. obliquus ventralis vom  $Cbr I - III$ .  $Ov IV_1$  entsprechendes Bündel vom  $Cbr IV$ .  $Ov I_2, II_2$  Sehnenstränge von  $Hbr I$  und  $II$  zu den nächstvorderen Bogen.  $Ov III_2, IV_2$  Kleine Muskeln von  $Hbr III$  und  $Cbr IV$  in gleicher Beziehung wie die Sehnen davor.  $Ov III_3$  medianwärts divergirendes Bündel des  $Ov III_1$ .  $x$  musculöser Belag an der Unterseite der Copulae.  $Tv$  M. transversus ventralis.  $Pa$  M. pharyngo-arcualis;  $Pa_1, Pa_2$  grössere innere und kleinere äussere Endportion desselben.  $Ptr_1$  M. pharyngeus transversus;  $Ptr_2$  dazu tretende Längsfasern.  $Pce$  M. pharyngo-clavicularis externus der rechten Seite.  $Pci$  Mm. pharyngo-claviculares interni beider Seiten.  $Sth$  M. sterno-hyoideus;  $Sth\alpha, Sth\beta$  die durch den dazwischen geschobenen Pharyngo-clav. ext. getrennten Ursprungstheile des Sterno-

hyoideus; der äussere abgetragen; *Sth*<sup>t</sup> am *Hhyi* sich befestigende Endsehne des Muskels.

Fig. 10. *Esox*, Ansicht des Kopfes von unten, nach Entfernung der Haut. — *Hhyi* Hypohyale inferius. *Br* Kiemenbogen. — *Im* M. intermandibularis. *Gh* M. genio-hyoideus; *Gh*<sub>1</sub> laterale Fasern desselben zum Boden der Mundhöhle, *Gh*<sub>2</sub> von ebenda zu ihm tretende Fasern. *Gh*<sub>3</sub> untere laterale (musculöse) Endportion, *Gh*<sub>4</sub> und *Gh*<sup>t</sup> paarige Endsehne unter und unpaare Endsehne über dem *Im* an das *Dt* gehend. 15 Zweig des aus der Vereinigung des Max. inf. Trig. und des R. mand. Fac. hervorgegangenen Nerven zum Genio-hyoideus; 16 Zweige desselben zum Intermandibularis, 17 Zweige desselben zur Haut. — *Hhs* M. hyo-hyoideus superior (blos zwischen den beiden untersten Kiemenhautstrahlen dargestellt; er erstreckt sich aber bis zum *Sop* und *Op* hinauf). *Hhi* M. hyo-hyoideus inf., *Hhi*<sub>1</sub> mediale, nach der andern Seite gehende, *Hhi*<sub>2</sub> laterale Endportion desselben. *Sth* M. sterno-hyoideus, *Sth*<sup>t</sup> Endsehne vom *Uhy* zum *Hhyi*.

#### Taf. XIV.

Fig. 11. *Cyprinus carpio*, Ansicht des Kopfes von rechts, nach Entfernung der Haut und Abtragung der oberflächlichen und der mittleren Portion der Kiefermusculatur. — *A*<sub>1</sub><sup>o</sup> Ursprungsgebiet der oberflächlichen Portion des M. adductor mandibulae. *A*<sub>1</sub><sup>α</sup><sup>i</sup> *A*<sub>1</sub><sup>β</sup><sup>i</sup> die sich kreuzenden Endsehnen der aus dieser Portion entstandenen beiden Muskeln, nahe ihrer Insertion am *Mx* abgeschnitten. *A*<sub>2</sub><sup>o</sup> Ursprung der schwächeren mittleren Portion des Adductors, *A*<sub>2</sub><sup>i</sup> Insertion seiner breiten Endsehne am Unterkiefer. *A*<sub>3</sub> Tiefe Portion mit ihrer schmalen Sehne, von welcher das Rudiment des Unterkiefermuskels — *Aw*<sup>i</sup> — ausgeht (seine Insertion ist durch *Dt* und *Mx* durchscheinend gedacht). *Lp* M. levator arc. pal. (Der Adductor arc. pal., der unter dem Auge sichtbar sein müsste, ist nicht dargestellt.) *Do* M. dilatator operculi. *Lo* M. levator operculi.

Fig. 12. *Barbus vulgaris*, Ansicht des Kopfes von unten, nach Wegnahme der Haut. — *A*<sub>1</sub> oberflächliche Portion des M. adductor mand. *A*<sub>1</sub><sup>t</sup> Endsehne derselben zum *Mx*. *Im* M. intermandibularis. *Gh* M. genio-hyoideus. *Hhi* M. hyo-hyoideus inferior, median grösstentheils in den anderseitigen übergehend.

Fig. 13. *Perca fluviatilis*, Ansicht des Kopfes von links, nach Wegnahme der Haut und der oberflächlichen Portion der Kiefer-

musculatur. — *Ptp* Os posttemporale. *ScI* Os supraclaviculare. —  $A_1^o$  Ursprung der oberflächlichen Portion des *M. adductor mand.*  $A_1^i$  Ende des Muskels, der grösstentheils in die Sehne —  $A_1^t$  — übergeht.  $A_2$  mittlere,  $A_3$  tiefe Portion des Adductors, unten und oben hinter der *er*stern sichtbar. Von der Innenseite des Unterkiefers scheinen nach aussen durch:  $A_2^t$  schmale Endsehne von  $A_2$  zur untern vordern Ecke des *Art.*; nach innen davon:  $A_3^t$  breitere Endsehne von  $A_3$  zum verdickten Theil des Meckel'schen Knorpels — *c. M*;  $A\omega^i$  Insertionsgebiet des Unterkiefermuskels. — *Ap* *M. adductor*, *Lp* *M. levator arc. pal.* *Do* *M. dilatator*, *Lo* *M. levator operculi*. *Tr* *M. trapezius*.

---

**Wirkung**  
des  
**Lichtes und der Wärme**  
auf  
**Schwärmsporen.**

Von  
**Dr. Eduard Strasburger,**  
Professor an der Universität Jena.

---

Durch eine Reihe von Versuchen zeigte Julius Sachs, dass die beobachteten Gruppierungen der Schwärmsporen im Wasser durch Strömungen innerhalb desselben veranlasst werden können<sup>1)</sup>.

Diese Gruppierungen hatte man aber bis dahin ausschliesslich den Wirkungen des Lichtes zugeschrieben<sup>2)</sup>.

Sachs stellte Emulsionen her aus Oel und einer Mischung von Alcohol und Wasser, das Oel und die Mischung von fast gleichem specifischem Gewichte, und sah nun die Oeltröpfchen zu eben solchen Figuren sich gruppieren wie die für Schwärmsporen bekannten.

War das Oel um ein Geringes schwerer als die Alcoholmi-

---

<sup>1)</sup> Flora, 1876, p. 241.

<sup>2)</sup> Treviranus, Vermischte Schriften Bd. II p. 84, 1821. — Thuret, Ann. d. sc. nt. Bot. Sér. 3. T. XIV p. 246, 1850. — Naegele, Beitr. z. wiss. Bot. Heft 2 p. 102 u. ff., 1860. — Cohn, Nov. Act. Bd. XXII 2<sup>ter</sup> Th. p. 719, 1850. Zeitsch. f. wiss. Zoologie Bd. IV p. 111, 1852. Schlesische Gesellsch. f. vaterl. Cultur, 41<sup>ster</sup> Jahresb. p. 102, 1863; 42<sup>ster</sup> Jahresb. p. 35, 1864; Verhandl. deutscher Naturf. u. Aerzte zu Hannover, p. 219—222, 1865; Hedwigia p. 161, 1866. — Braun, Verjüngung p. 217, 1851. — Famintzin, Bull. d. l'ac. imp. d. sc. de St. Petersb. T. X Sp. 534, 1866; Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. VI p. 1, 1867. — P. Schmidt, Inaugural-Dissertation, Breslau 1870. — Frank, Bot. Zeit. Sp. 209, 1871. — Dodel-Port, Bot. Zeit. Sp. 177, 1876.

schung, so bildeten sich die Figuren am Grunde derselben, war es um ein Weniges leichter, so sammelten sich die Tröpfchen an deren Oberfläche.

War das Gefäss mit der Emulsion einer gleichmässigen Wärme im ganzen Umkreis ausgesetzt, so bildeten sich concentrische Figuren; war die Temperatur der Umgebung auf der einen Seite geringer als auf der anderen, so zeigten sich die Figuren polarisirt.

Sachs experimentirte auch direct mit Schwärnern und fand, dass dieselben im Dunkeln zur Bildung eben solcher Figuren wie im Lichte veranlasst werden können.

Im Lichte selbst gelang es ihm durch entsprechende Wärmewirkungen die Figuren zu verschieben, so dass zum Fenster bestimmt orientirte Ansammlungen sich nunmehr nach den Temperatureinflüssen richteten.

Ausser den complicirteren Figuren, oder auf diese folgend, bildeten sich bei ungleicher Wärmevertheilung Ansammlungen der Oeltröpfchen oder Schwärner in Form einfacher „Randlinien“. Waren die Oeltröpfchen oder Schwärmer etwas leichter, als die umgebende Flüssigkeit, so traten die Randlinien oben an der kälteren Seite des Gefässes auf, waren Oeltröpfchen oder Schwärmer um ein Weniges schwerer, so entstand die Randlinie am Grunde der Flüssigkeit an der wärmeren Seite. Die obere Randlinie war meist scharf und schmal gezeichnet, die untere hatte meist die Gestalt einer breiten Wolke.

Alle Literaturangaben liessen sich leicht mit den so gewonnenen Resultaten in Einklang bringen, nur eine Schilderung widersprach direct denselben, nämlich diejenige, welche Dodel-Port von dem Verhalten der Schwärmer von *Ulothrix* giebt. Letztere sammelten sich in den Gefässen einerseits am Fensterrande, welcher, da die Untersuchungen im Winter geführt wurden, jedenfalls die kältere Seite repräsentirte, — andererseits strömten sie einer brennenden Petroleumlampe, also der wärmeren Seite zu.

Sachs verfügte nicht über das nöthige Material, um diesen Widerspruch zu lösen und forderte daher zur weiteren Prüfung der *Ulothrix* auf.

Ich selbst sah mich veranlasst die Untersuchungen aufzunehmen und zwar zunächst auf Grund einiger Erfahrungen die ich im Winter 1877 in Nizza an *Acetabularia*- und *Bryopsis*-Schwärmern zu sammeln Gelegenheit hatte.

Die copulirenden Schwärmer (Gameten) der *Acetabularia* sowohl als auch junge, ungeschlechtliche Schwärmsporen der *Bryopsis*

bewegten sich in äusserst energischer Weise der Lichtquelle zu. Ich konnte den Vorgang direct unter dem Mikroskop unzählige Male verfolgen. Hatten sich die Schwärmer an dem Fensterrande gesammelt und wurde nun das Präparat horizontal um  $180^\circ$  gedreht, so eilten die Schwärmer momentan in fast parallelläufigen Bahnen nach der Fensterseite. Da nun aber die Sonne so gut wie allein die Heizung meines Arbeitszimmers in Nizza zu besorgen hatte, so stellte das Fenster je nach Umständen die wärmere oder die kältere Seite für die Präparate vor. Nichtsdestoweniger blieb die Bewegungsrichtung der Schwärmer die gleiche.

Ich war in Nizza nicht in der Lage weitere Untersuchungen anzustellen; nach meiner Rückkehr hierher konnte ich dieselben, durch anderweitige Arbeiten verhindert, auch nicht gleich aufnehmen, bis mir dies im vorigen Spätherbst möglich wurde. Die Beobachtungen wurden hierauf den ganzen Winter und das Frühjahr hindurch fortgesetzt.

Ich wiederholte zunächst die meisten der Sachs'schen Experimente sowohl mit Emulsionen als auch mit Schwärmern und kann nur bestätigen, dass ich überall die gleichen Resultate wie Sachs erhielt. Ausser diesen durch Strömungen verursachten passiven Gruppierungen der Schwärmer, konnte ich aber auch noch andere constatiren, die durch active Bewegungen derselben veranlasst wurden.

Im Gegensatz zur Mehrzahl der älteren Versuche wurden die meinigen vorwiegend in Tropfen ausgeführt. Die Anwendung der Tropfen zu diesem Zwecke ist von früheren Forschern meist verworfen worden, wegen der Schwierigkeiten, welche die Beurtheilung der Vertheilung des Lichtes und der Wärme in denselben machen soll, dann wegen der Adhaesionserscheinungen, welche zwischen Wasser und Glas, zwischen den Schwärmern und beiden eintreten. Diese Erscheinungen stören aber, wie wir bald sehen werden, nicht die Resultate um die es sich handelt, wobei ich nur gleich hinzufügen muss, dass ich nicht mit frei auf dem Objectträger befindlichen, sondern mit in feuchter Kammer suspendirten Tropfen experimentirte. Der Tropfen wurde zu diesem Zwecke auf ein Deckglas gebracht und so weit ausgebreitet, dass er selbst nach Umkehrung des Deckglases, nicht über  $1\text{--}1\frac{1}{2}$  Mm. Tiefe in seiner Mitte zeigte. Das Deckglas wurde nunmehr mit seinen Rändern auf einen nassen Papprahmen gelegt, der selbst auf einem Objectträger ruhte. Die Vorzüge einer solchen feuchten Kammer habe ich bereits an anderen Orten geschildert. Während der Be-



obachtung wird das vom Papprahmen verdunstende Wasser durch anderes ersetzt, bei Unterbrechung der Beobachtung das ganze Präparat in einer grösseren feuchten Kammer untergebracht.

Es steht nun zunächst fest: dass in einem solchen suspendirten Tropfen bestimmte Schwärmer sich oft fast geradläufig der Lichtquelle zu oder von ihr hinweg bewegen; dass die Bewegung oft mit relativ grosser Schnelligkeit ausgeführt wird; dass sie in dem Augenblicke beginnt in welchem man das Präparat dem Lichteinflusse aussetzt; dass eine Aenderung der Lage des Präparates zur Lichtquelle auch eine sofortige entsprechende Aenderung der Bewegungsrichtung der Schwärmer zu Folge hat.

Diese einfachsten Erscheinungen zunächst sichergestellt, galt es mir weiter zu prüfen, ob sich nicht Strömungen in den suspendirten Tropfen, welche die Ursache dieser Erscheinungen sein könnten, würden nachweisen lassen.

Ich stellte mir zu diesem Zwecke die Sachs'sche Emulsion aus Oel und Alcohol + Wasser her und zwar in zwei Gefässen: in dem einen das Oel um ein Kleines leichter, in dem anderen um ein Kleines schwerer als die Alcohol-Mischung<sup>1)</sup>.

Wird ein Tropfen solcher Emulsion direct auf einem Objectträger, ohne Deckglas, bei schwacher Vergrösserung beobachtet, so sieht man in Folge starker Verdunstung des Alcohols die heftigsten und unregelmässigsten Strömungen in dem Tropfen auftreten. Bringt man den am Deckglas suspendirten Emulsionstropfen in einen mit Wasser imbibirten Papprahmen, so sind die Strömungen im Tropfen nicht schwächer und zeigen kaum mehr Regelmässigkeit als im ersten Falle. Ruhiger und gleichmässiger ist der Verlauf der Erscheinung, wenn der Papprahmen ebenfalls mit Emulsion getränkt wird. Jetzt sieht man im Allgemeinen die Strömung von der Mitte des Tropfens aus allseitig gegen die Ränder und von den Rändern aus gegen die Mitte gerichtet und zwar: gegen die Ränder hin an der unteren convexen Fläche des Tropfens aufsteigend und zurück zur Mitte an dessen oberer, planer Fläche laufend, um hier abwärts zu biegen, wenn der Procentgehalt des Alcohols im Tropfen grösser als in der den Rahmen tränken- den Emulsion ist; entgegengesetzt gerichtet, wenn der Procentgehalt des Alcohols im Rahmen grösser als im Tropfen ist. Durch Zusatz von Wasser am Rahmen kann man diese letzte Strömung leicht wieder in die erstere umkehren.

---

<sup>1)</sup> Ich setze im Folgenden die Bekanntschaft mit Sachs's vielfach citirter Abhandlung voraus.

In der Hoffnung die starken Diffusionsströme auszuschliessen benutzte ich fest auf die Objectträger gekittete Glasrahmen. Auf diese wurden nun die mit anhängenden Tropfen versehenen Deckgläser gelegt und mit Olivenöl am Rande luftdicht abgeschlossen. Die Ströme waren zunächst auch jetzt noch sehr kräftig, sie stiegen an der unteren Tropfenfläche bis zu deren Rand empor, um hier umzukehren, bis zur Mitte zu laufen, dort abwärts zu steigen und an der unteren Fläche wieder gegen den Rand zu steuern. Nach und nach pfl egte sich die Gewalt der Strömung zu legen, in dem Maasse, als der Raum der Kammer sich mit Alcohol und Wasserdämpfen in entsprechendem Verhältniss sättigte. Ein voller Gleichgewichtszustand pfl egte sich in der Kammer übrigens nie herzustellen und merkliche Strömungen blieben in den Tropfen bestehen, so lange als ich dieselben in Beobachtung behielt.

An denselben Orten und unter denselben Bedingungen, wo ich gleichzeitig die kräftigsten und ausgeprägtesten einseitigen Bewegungen und Ansammlungen der Schwärmer erzielte, blieben aber die Strömungen auch in den Emulsionstropfen concentrisch gerichtet. Die von den Strömungen geführten, relativ kleineren Öltröpfchen sammeln sich in grösserer oder geringerer Zahl und mehr oder weniger gleichmässig im ganzen Umfange des Tropfens an, die relativ grossen unten in dessen Mitte, falls das Öl etwas schwerer als die Alcoholmischung ist, oben unregelmässig an der ganzen Deckglasfläche, falls das Öl etwas leichter ist. Die Unregelmässigkeit in letzterem Falle erklärt sich aus der Adhäsion der Tröpfchen, sobald sie an die obere Fläche des Tropfens gelangen, am Deckglase. Alle die genannten Ansammlungen werden aber nur von den verhältnissmässig grösseren Tröpfchen vollzogen, während die ganz kleinen fort und fort mit den Strömen wandern. Diese kleinsten Tröpfchen bleiben auch längere Zeit in den Emulsionen suspendirt, wenn man letztere mit dem Vielfachen ihres Volumens an Wasser versetzt.

Um polarisirte Figuren in den suspendirten Emulsionstropfen zu bekommen, musste ich zu viel bedeutenderen Temperaturdifferenzen meine Zuflucht nehmen, als sich dieselben im Umkreis der Präparate auf meinem gewohnten Arbeitsplatze konnten geltend machen. Ich brachte die Präparate nunmehr zwischen zwei grosse berusste Glasbecher von je 2 Liter Wassergehalt; in dem einen war das Wasser auf circa 30° C. erwärmt, in dem anderen bis auf wenige Grade über 0° abgekühlt. Hier gelang es denn meist schon nach wenigen Minuten die Ströme zu polarisiren und zwar

war die Richtung derselben die nämliche wie sie von Sachs in den grösseren Gefässen geschildert wird. An der unteren, freien Fläche des Tropfens eilen die Ströme dem wärmeren Gefässe zu und zwar nach der Mittellinie (Linie vom kälteren zum wärmeren Gefäss hin gedacht) hin convergirend, steigen am wärmeren Rande auf, um an der oberen Tropfenfläche unter entgegengesetzten Erscheinungen nach dem kälteren Gefässrande zu fliessen. Ist das Oel in der Emulsion etwas leichter, so sammeln sich mittelgrosse Oeltröpfchen zu einer Randlinie an der kälteren Seite. Die grössten Tröpfchen adhären am Deckglase, ohne eine deutliche Figur bilden zu können. Ist das Oel etwas schwerer, so bilden die grössten Tröpfchen eine keilförmige Figur an der unteren Fläche des Tropfen; diese Figur richtet ihre Spitze nach dem wärmeren, ihre breitere Basis nach dem kälteren Gefäss; deutliche Randansammlungen an der wärmeren Seite, kommen aber wegen der Convexität der unteren Tropfenfläche nicht zu Stande, eher noch eine Randlinie an der kälteren Seite und zwar in diesem Falle, entgegen den Erscheinungen in den grösseren Gefässen, dadurch dass eine Anzahl Tropfen durch die Ströme gegen das Deckglas getrieben, an demselben adhären, dann theilweise von den an dem Deckglas marschirenden Strömen gegen den kälteren Rand hin gerückt werden.

Ich konnte das Experiment übrigens auch mit lebenden Schwärmern wiederholen. Durch heftiges Schütteln des Wassers in kleinen Flaschen gelingt es nämlich den Schwärmern die Cilien abzustossen, im Uebrigen sind sie nicht verändert, sinken trotzdem in Präparaten wie in grösseren Gefässen zu Boden. Dasselbe geschieht auch mit den Individuen, die nur eine Cilie bei der Operation eingebüsst haben, oder auch beide behielten, aber in der ersten Zeit betäubt von den Erschütterungen blieben. Solche Individuen steigen wieder auf, sobald sie sich erholt haben. Dass es sich aber in meinen Präparaten nicht um Strömungen als Ursachen der Randansammlungen der Schwärmer handeln konnte, das zeigte endlich in sehr schöner Weise ein Versuch, den ich mit Schwärmern von *Haematococcus* und *Saprolegnia* zugleich anstellte. Beide wurden in dem Tropfen vermischt und nun dieser den Wirkungen des einseitig einfallenden Lichtes ausgesetzt. Die *Haematococcus*-Schwärmer waren alsbald am Fensterrande des Präparates angesammelt, die *Saprolegnia*-Schwärmer blieben durch den ganzen Tropfen zerstreut. Ein gleiches Resultat erhielt ich nach dem Vermischen der *Saprolegnia*-Schwärmer mit *Ulothrix*-

Schwärmern. Die Schwärmer beider waren fast gleich gross und doch eilten nur die Ulothrix-Schwärmer der Lichtquelle zu. Eine Verschiedenheit des Verhaltens der Strömungen diesen Schwärmern gegenüber lässt sich aber nicht annehmen.

Wie ich schon erwähnte, bleiben die kleinsten Oeltröpfchen in der Mischung suspendirt, wenn man dieselbe mit ihrem Vielfachen an Wasser versetzt; dies benutzte ich, um festzustellen, dass die Intensität der Strömung mit dem steigenden Wassergehalte der Emulsion abnimmt und schliesslich fast unmerklich wird. In den suspendirten Tropfen reinen Wassers, in denen ich die Schwärmer an meiner gewohnten Arbeitsstelle beobachtete, konnten also die Strömungen nur ganz unbedeutend sein, gar nicht im Verhältniss zu der Schnelligkeit und der Energie mit der die Schwärmer reagiren.

Uebrigens stellte ich auch noch weitere Versuche an mit in reinem Wasser suspendirten Körpertheilchen, also unter ähnlichen Strömungsbedingungen wie sie meine die Schwärmer führenden Tropfen bieten mussten. Es war mir bekannt, dass einige Niederschläge sehr lange Zeit brauchen, um sich zu setzen; mit solchen galt es zu experimentiren. Ich wählte in Wasser suspendirtes, amorphes Bor zu den Versuchen. Dieses wird gewonnen durch Reduction der Borsäure mittelst Natrium<sup>1)</sup>; es geht mit reinem Wasser durch das Filter und bleibt nun monatelang im Wasser suspendirt. Die Bortheilchen sind so klein, dass ihre Gestalt kaum bei 600facher Vergrösserung zu erkennen ist. Da das specifische Gewicht des krystallinischen Bors, nach Wöhler und Deville, 2,68 beträgt, das des amorphen wohl nicht sehr verschieden ist, so kann das Suspendirtbleiben der Theilchen im Wasser wohl nur den schwachen Strömungen zuzuschreiben sein, die sich in Folge geringer Temperaturdifferenzen in diesem Wasser bilden.

Hänge ich nun einen Tropfen von dem die Bortheilchen führenden Wasser am Deckglase in dem feuchten Papprahmen auf,

<sup>1)</sup> Man mischt 10 Theilchen gröblich gepulverte, geschmolzene Borsäure mit 6 Th. Natrium, giebt sie in einen, zu starkem Glühen erhitzten gusseisernen Tiegel, schüttet darüber 4—5 Th. schwach geglühtes Kochsalz, bedeckt den Tiegel, rührt, wenn die Reaction vorüber ist, den Inhalt mit einem Eisenstabe wohl um, giesst ihn glühend in salzsäurehaltiges Wasser, filtrirt das Bor ab, wäscht mit salzsäurehaltigem, dann mit reinem Wasser aus. . . . Wöhler und H. Deville. Je salzfreier die Waschwässer werden, desto mehr Bor geht in fein vertheiltem Zustande durchs Filter. . . Berzelius. Aus Gmelin-Kraut's Handbuch der Chemie I. Bd. p. 83.

lasse das Präparat auf meinem gewohnten Arbeitsplatze liegen, so haben sich nach Verlauf einer oder mehrerer Stunden die Bortheilchen grösstentheils nach der unteren Fläche des Tropfens gesenkt, am Rande des Tropfens aber, gleichmässig im ganzen Umfange, einen feinen, bräunlichen Saum gebildet. Bringe ich hingegen den Tropfen zwischen die beiden schon angeführten, mit Wasser verschiedener Temperatur gefüllten Gefässe, so bildet sich der bräunliche Saum nur an dem einen, dem wärmeren Gefäss zugekehrten Rande. Eine deutliche Strömung ist in diesen Präparaten aber selbst bei stärkster Vergrösserung nicht zu erkennen, wohl aber eine tänzelnde Bewegung der einzelnen Partikel, die unmerklich dem Rande genähert werden.

Um die Sachlage in meinem Schwärmer führenden Tropfen völlig klar zu legen, stellte ich auch mit den Schwärmern selbst noch einige weitere Versuche an. Erstens tödtete ich sie durch Hitze und durch sehr geringe Quantitäten chemischer Stoffe, wie Spuren von Osmium, Chloroform, Jod und Aetzkali. In allen Fällen war das Resultat das nämliche; die Schwärmer sanken zur unteren Fläche des Tropfens hinab und sammelten sich langsam gegen die Mitte derselben. Auf meinem Arbeitstische erhielt ich in keinem Falle Randansammlungen, solche wollten auch nur unvollständig gelingen, wenn ich das Präparat zwischen die mit warmem und kaltem Wasser gefüllten Gefässe brachte.

Der Umstand, dass bei jeder Art des Tödtens, ob der Tod mit einer geringen Contraction des Körpers verbunden war oder dessen Volumen unverändert liess, oder auch eine geringere Grössenzunahme nach sich zog, die Schwärmer zu Boden sanken, lässt mir wenigstens für die von mir untersuchten Arten, die Annahme Nägeli's sehr wahrscheinlich erscheinen, dass die Schwärmer stets schwerer als Wasser sind <sup>1)</sup>. So lange sie schwärmen, wird ihre Schwere von der bewegenden Kraft nur überwunden, sobald sie zur Ruhe kommen, sinken sie zu Boden, falls sie sich nicht an irgend einem festen Körper festgesetzt haben. In meinem Tropfen finde ich daher auch, dass solche Schwärmer, die zeitweise ruhen, um ihre Bewegung wieder aufzunehmen, stets dem Deckglase oder einem festen Körper, oder der unteren Tropfenfläche anhaften, nie aber frei im Wasser schweben. Andererseits kann das Gewicht der Schwärmer doch nur um ein Geringes grösser als dasjenige des von ihnen verdrängten Wassers sein, denn in grösse-

---

<sup>1)</sup> l. c. p. 102, 105.

ren Wassermengen genügen die vorhandenen Strömungen um die getödteten Schwärmer lange Zeit schwebend zu erhalten. So wurden beispielsweise in ein kleines Becherglas, das 25 Gr. Wasser mit Schwärmern von *Haematococcus* führte und in welchem alle Schwärmer oben am Fensterrande sich angesammelt hatten, 10 Minuten lang Kohlensäure eingeleitet. Alle Schwärmer waren getödtet, brauchten aber mehrere Stunden, um sich auf den Grund des Gefässes zu setzen. Der Standort des Gefässes war nicht geändert worden, nichtsdestoweniger zeigten die sinkenden Schwärmer jetzt auch keinerlei seitliche Ansammlungen. Ganz dasselbe Resultat erhielt ich wieder, unter ähnlichen Verhältnissen, als ich die Schwärmer von *Ulothrix* und *Haematococcus* mit einer Spur von Osmium-Säure tödtete.

## I. Beobachtungsmaterial.

Zu meinen Untersuchungen dienten mir vornehmlich die Schwärmer von *Haematococcus lacustris*, von *Ulothrix zonata*, von *Chaetomorpha aerea*, von *Ulva enteromorpha*:  $\alpha$  lanceolata, und  $\beta$  compressa, von *Ulva Lactuca*, von *Botrydium granulatum*, von *Bryopsis plumosa*, von *Oedogonium* und *Vaucheria*, von *Scytosiphon lomentarium*, die schwärmenden Zustände von *Chilomonas curvata* und *Chilomonas Parametium*, die Schwärmer von *Chytridium* und *Saprolegnia* u. s. w.

*Haematococcus lacustris* kommt in grossen Mengen in der Leutra an einer bestimmten Stelle des Mühlthals bei Jena vor. Es überzieht die locker das Strombett erfüllenden Steine, dieselben schön roth färbend. Zu meinen Versuchen wurden wiederholt frische Steine geholt; mit Wasser am Nachmittage des einen Tages übergossen, gaben sie am nächsten Tage meist reichlich Schwärmer. Dieselben Steine konnten wiederholt benutzt werden, wenn sie aus dem Wasser gehoben in dampfgesättigtem Raume oder selbst trocken gehalten, nach 24 Stunden, oder später, von Neuem mit Wasser übergossen wurden. Das zeitweise Herausheben aus dem Wasser begünstigte hier für alle Fälle sehr die folgende Bildung der Schwärmer; viel spärlicher wurden diese hingegen bei einfacher Erneuerung des Wassers erzeugt. Die Naturgeschichte des *Haematococcus lacustris* (Girod) (*Protococcus pluvialis* und *nivalis*, *Chlamydococcus* u. s. w.) ist hinlänglich bekannt, immerhin sei hier Einiges ergänzend hinzugefügt. Die Schwärmer gehen aus dem Ruhezustande hervor; die runden, ruhenden Zellen zer-

fallen hierbei in 2, 4, 8, 16 oder 32 Theile. Hierbei verhält sich, was ich bisher nicht angegeben finde, die Mutterzelle als ein wahres Sporangium. Die Schwärmer werden nämlich frei, indem die inneren Verdickungsschichten der Mutterzellwand an einer breiten Stelle zu den gallertartig aufgequollenen äusseren hervortreten. In den so gebildeten Sack treten die Schwärmer ein und werden durch Auflösen desselben in dem umgebenden Wasser, frei. Die Entleerung der Schwärmer erfolgt hier also ganz eben so etwa wie bei *Ulothrix*. Die leere Haut der Mutterzelle bleibt nach der Entleerung der Schwärmer liegen, sie zeigt die einseitige weite Oeffnung. Die Gestalt und Grösse der erzeugten Schwärmer hängt von der Zahl und Richtung der erfolgten Theilungen ab. Alle Schwärmer sind zunächst nackt. Die kleinen kommen auch, ganz wie Schwärmer anderer Algen zur Ruhe, bevor sich eine Cellulosehaut an ihnen unterscheiden lässt; dasselbe gilt auch für die grossen Schwärmer soweit sie am ersten Tage zur Ruhe kommen; schwärmen sie über diese Zeit hinaus, so wird an ihnen die sich abhebende Cellulosemembran sichtbar, die sich in den folgenden Tagen noch mehr vom Körper der Schwärmer entfernt. Daher kommt es denn, dass man in den frisch angelegten Culturen am ersten Tage nur hüllenlose Schwärmer findet.

*Ulothrix zonata* musste aus der Schwarza im Schwarza-thal bei Schwarzburg geholt werden. Diese Alge wächst ebenfalls auf lockerem Geschiebe. Die Steine wurden feucht transportirt und dann mit Wasser in flachen Gefässen übergossen, worauf man für den nächsten Tag sicher auf Schwärmer rechnen konnte. In continuirlichem Wasserströme war die Alge mehrere Tage lebenskräftig zu erhalten und konnte zur Schwärmerbildung benutzt werden.

*Chaetomorpha aerea* Ktz. sammelte ich Anfang März in der Adria bei Triest und konnte tagelang reichlich Schwärmerbildung an derselben beobachten.

Die *Ulven* sammelte ich ebenfalls in der Adria. Dieselben bildeten zahlreiche Schwärmer. Bei *Ulva enteromorpha* Le Jol.  $\beta$  *compressa* (L.) Le Jol. sah ich die Schwärmer (Gameten) in Copulation. Diese Copulation lässt sich hier vielleicht schöner denn irgend sonst wo verfolgen. Die Gameten stossen in ganz typischer Weise mit ihren farblosen, vorderen Enden aufeinander, verbinden sich mit denselben und legen sich nun rasch seitlich gegen einander um, wornach sie mit ihren Längsseiten rasch verschmelzen. — Bei derselben *Enteromorpha compressa* hat auch schon



J. E. Areschoug den Vorgang beobachtet <sup>1)</sup>; vor kurzem schilderte ihn auch Dodel-Port für (*Ulva*) *Enteromorpha clathrata* Agd. forma *fucicola* Ktz. <sup>2)</sup>.

Das *Botrydium granulatum*, das ich zu meinen Versuchen benutzte, war vom Herrn Prof. Alexandrowicz im Juli 1877 im botanischen Garten zu Warschau gesammelt und mir gütigst übermittelt worden. Die kleinen Bodenstücke waren von Hypnosporen roth gefleckt. Es genügte ein Weniges von der rothen Masse in suspendirte Tropfen oder in grössere Wassermengen zu bringen, um am nächsten Morgen zahlreiche copulirende Gameten <sup>3)</sup> vorzufinden.

*Bryopsis plumosa* beobachtete ich fortgesetzt im Winter 1876—77 in Nizza und dann auch wieder im letzten Frühjahr in Triest. Ich sah sowohl die grossen grünen, als auch die kleinen, von Pringsheim entdeckten, braunen Schwärmer <sup>4)</sup>. Hält man die Pflanzen nach dem Einsammeln im Zimmer in kleineren Gefässen, so haben am folgenden Tage zahlreiche Pflanzen ihre Vorbereitung zur Schwärmerbildung getroffen. Man unterscheidet jetzt leicht diejenigen Pflänzchen, welche die grösseren Schwärmer erzeugen sollen an der dunkelgrünen Färbung ihrer Aeste, von denjenigen Pflanzen welche kleinere Schwärmer bilden sollen und deren Aeste gelb bis orange gefärbt erscheinen. Am nächsten Morgen wurden dann die grösseren und die kleineren Schwärmer in derselben Weise, aus je einer, meist nahe der Spitze der Fieder gelegenen Oeffnung entleert. Einige Sporangien hatten übrigens schon am vorausgehenden Morgen ihre Schwärmer entlassen, einige folgten erst am nächsten Tage.

Das *Oedogonium* zu meinen Versuchen stammte aus einem Brunnen in Ammerbach bei Jena, die *Vaucheria* aus der Leutra. Dass diese Algen mit frischem Wasser übergossen am nächsten Tage meist zahlreiche Schwärmer entlassen, ist allgemein bekannt.

Die Phaeosporee *Scytosiphon lomentarium* (Lyngb.) J. Ag. brauchte ich im letzten März in Triest nur in Gefässen mit Seewasser in's Zimmer zu stellen, um zahlreiche braune Schwärmer am nächsten Morgen zu erhalten.

<sup>1)</sup> Observat. phycologicae, P. II 1874 p. 9.

<sup>2)</sup> Amt. Ber. d. 50. Vers. deutsch. Naturf. u. Aerzte, München 1877 p. 201.

<sup>3)</sup> Dieser Vorgang neuerdings geschildert von Rostafiński und Woronin in der Bot. Zeitung 1877.

<sup>4)</sup> Monatsber. d. Acad. d. Wiss. zu Berlin Mai 1871, p. 248.

Zu meinen Experimenten benutzte ich weiter einen Organismus, der zu den Flagellaten gehört und der mit allen mir zugänglichen älteren Abbildungen verglichen, die verhältnissmässig grösste Aehnlichkeit mit Ehrenberg's *Cryptomonas curvata*<sup>1)</sup> zeigte. Sehr nahe verwandt ist er jedenfalls der neuerdings von Bütschli<sup>2)</sup> beschriebenen und abgebildeten *Chilomonas Paramecium* Ehrbg., scheint mir jedoch mit ihr nicht identisch zu sein. Diese Identität bezweifelt auch Bütschli, dem ich den Organismus zur Ansicht schickte, weshalb ich denselben im Folgenden als *Chilomonas curvata* bezeichnen will. Diese *Chilomonas* ist hellgrün gefärbt, von eiförmiger Gestalt, an dem vorderen dicken Ende schräg abgestutzt, an dem hinteren verschmälerten in eine farblose, der vorderen Abstutzung entgegengesetzt gekrümmten Spitze auslaufend. Während des Schwärmens treten besonders die dunkeln Umrisse des sogenannten Schlundes hervor, deutlich aus stark lichtbrechenden Stäbchen gebildet, die senkrecht zu der Schlundfläche gerichtet sind. Der Schlund setzt an die abgestutzte vordere Körperfläche an, dessen vorderem Rande 2 Cilien entspringen. Der Farbstoff ist an zwei Platten gebunden, von denen je eine rechts und links vom Schlunde zu stehen kommt und welche vorn und hinten bis auf einen schmalen Streifen einander genähert erscheinen. Im vorderen Körperende liegt die contractile Vacuole. Bei Behandlung mit 1 % Osmiumsäure treten gewöhnlich drei sich braun färbende, schon früher als Amylum erkannte Körner hervor: das eine am vordersten Körperende oberhalb der zuvor erwähnten Vacuole, die beiden anderen an der Schlundseite. Zu diesen dreien gesellen sich ausnahmsweise noch ein oder einige andere, kleinere Körner, die sich näher der Mittellinie des Körpers halten. Der Zellkern liegt annähernd um ein Drittel der Körperlänge vom hinteren Körperende entfernt, seine Contouren sind meist schwer zu sehen, während sein Kernkörperchen sich scharf markirt, es ist kleiner als die erwähnten drei Körner, von der Osmiumsäure weniger dunkel als jene gefärbt, schwer hingegen von den kleineren Körnern zu unterscheiden, wenn letztere ausser den drei grossen vorhanden. Die *Chilomonas* trat wiederholt in den Haematococcus-Culturen auf. Die Schwärmer blieben tagelang, sich durch Zweitheilung vermehrend, in Bewegung, theilweise setzten sie sich aber auch zur Ruhe, sich kugelig abrundend und mit einer zarten, all-

<sup>1)</sup> Ueber Infusionsthierchen Taf. II, Fig. XVI.

<sup>2)</sup> Zeitschr. f. wiss. Zool. XXX. Bd. 1878, p. 242, Taf. XIII Fig. 15.

mählig aber dicker werdenden, mit Chlorzinkjodlösung blau sich färbenden Hülle umgebend.

Auch untersuchte ich die echte von Bütschli abgebildete *Chilomonas Paramecium* Ehr., die sich von der vorhergehenden durch ihr stumpfes Hinterende auf den ersten Blick unterscheidet und deren nähere Beschreibung ich bei Bütschli l. c. zu vergleichen bitte. Meine Exemplare waren bräunlich gefärbt.

Die Schwärmer eines *Chytridium* fand ich wiederholt zahlreich in meinen *Haematococcus*-Culturen vor. Sie ähnelten ausserordentlich den neuerdings von Nowakowski für *Polyphagus Euglenae* beschriebenen <sup>1)</sup>. Die von mir beobachtete Art saugte die *Haematococcus*-Schwärmer aus, verschmähte aber gelegentlich die ruhende *Chilomonas* oder andere Schwärmer nicht: ich will sie hier als *Chytridium vorax* <sup>2)</sup> bezeichnen. Die Schwärmer dieses *Chytridium* zeigen einen Durchmesser von durchschnittlich 0,0066 Mm., nahe der Insertionsstelle der einen Cilie, den für *Chytridium*-Schwärmer charakteristischen, hier relativ voluminösen, farblosen Oeltropfen. In der entgegengesetzten Körperhälfte liegt ein Zellkern, auf dessen Existenz mich Herr Dr. Nowakowski aufmerksam machte. Der Schwärmer schwimmt mit dem cilienlosen Ende voran, die Cilie dient als Ruder. Hat er sich niedergelassen, so beginnt er amoeboide Bewegungen auszuführen, wie sie von Nowakowski auch für Schwärmer von *Chytridium Mastigotrichis* <sup>3)</sup> angegeben werden. Dabei zieht er die Cilie nach, gleichsam mit dieser hin und her tastend. Zur Ruhe gekommen rundet er sich ab und entsendet nun von einer Stelle aus, der Cilieninsertionsstelle so schien es mir, die sich baumartig verzweigenden Keimfäden aus. Diese dringen in die zur Ruhe gekommenen *Haematococcus*-Schwärmer ein, ganz so wie diejenigen des *Polyphagus* in die *Euglenen*. Ein einziger Parasit kann 30 bis 40 *Haematococcus* aussaugen. Dabei schwellen einzelne seiner Haustorienzweige sammt dem Hauptstamm sehr stark an. Der eine grosse Oeltropfen des Schwärmers

---

<sup>1)</sup> Beiträge zur Biologie der Pflanzen von Fr. Cohn II<sup>ter</sup> Bd. p. 201, 1877.

<sup>2)</sup> Diese scheint nicht identisch zu sein mit der von Braun erwähnten, ihm übrigens unvollständig bekannt gebliebenen *Chytridium Chlamidococci* und *Haematococci*. Ueber *Chytridium* s. Abhandl. der Berl. Akad. Juni 1855, p. 45; Herr Dr. Nowakowski ist mit der Untersuchung unseres *Chytridium vorax* jetzt beschäftigt, so dass wir eine eingehende Schilderung desselben alsbald zu erwarten haben.

<sup>3)</sup> l. c. p. 85.

wird durch viele kleine ersetzt, das Individuum nimmt mehr und mehr an Grösse zu, meist bis über das 6fache seines ursprünglichen Durchmessers, dabei wird schliesslich sein Inhalt grobkörnig. Später zieht sich der ganze Inhalt aus den Haustorien in den Hauptkörper zurück, dünne, entleerte Schlauchwände zurücklassend. Der runde Körper erscheint scharf contourirt. Dann durch äussere Umstände, etwa durch Wechsel des Wassers angeregt, gehen weitere Veränderungen in diesem Körper vor sich. Es bildet sich ein grosser Oeltropfen im Innern, dann schwindet er um einer Anzahl kleinerer regelmässig vertheilter Platz zu machen, jeder der kleinen Oeltropfen erscheint von einer eigenen Protoplasma-masse umgeben. Inzwischen hat der runde Körper seitlich eine kurze Papille getrieben. Ein Schlauch wächst hier wie bei der von Nowakowski beobachteten Polyphagus-Form nicht hervor, vielmehr hat sich der ganze kugelige Körper unmittelbar in ein Sporangium verwandelt. Die Papille öffnet sich bald am Scheitel und die Schwärmer treten, sich durch die Oeffnung zwängend, nach einander langsam hervor. Sie schwärmen nicht sofort davon, bleiben vielmehr vor der Sporangiumöffnung noch eine Weile liegen, amöboid ihre Gestalt verändernd, bis sie sich schliesslich kugelig abrunden und davon eilen. Die entleerte Sporangiumhaut bleibt zurück. Weitere Zustände habe ich nicht beobachtet.

Saprolegnia-Schwärmer erhielt ich nach Bedürfniss aus Culturen, die ich mit Fliegen in Pfützenwasser anstellte.

## II. Die Geburt der Schwärmer.

Wie bekannt, werden sehr viele Algen zur Schwärmerbildung angeregt, wenn man dieselben mit frischem Wasser übergiesst. Es ist durch Experimente festgestellt worden, dass es sich hierbei um Zuführung der im Wasser gelösten atmosphärischen Gase handelt <sup>1)</sup>. Neuerdings zeigte Cornu <sup>2)</sup>, dass die Antheridien der Farne und Sporangien gewisser Pilze zwar bei mangelnder Durchlüftung ausgebildet, aber nicht entleert werden; letzteres geschieht sofort bei entsprechendem Luftzutritt. Weiter weist Cornu darauf hin, wie auch eine bestimmte Temperatur zur Entleerung der Schwärmsporen nothwendig sein kann, wie Oedogonien beispielsweise aus einem Zimmer von 7—8 Graden in ein solches von 16

<sup>1)</sup> Walz, Bot. Zeitung 1868 Sp. 497.

<sup>2)</sup> Comptes rendus 1877 Tome LXXXV p. 860.

—18 Graden transportirt, am Nachmittage zahlreiche Schwärmer entliessen.

Dass moderirte Wärme die Bildung und Entleerung der Schwärmer begünstige, darauf macht bereits Thuret aufmerksam, während er gleichzeitig hervorhebt, dass höhere Temperaturgrade über die mittleren hinaus, hemmend und nachtheilig wirken. Ich selber fand, dass mit *Haematococcus* überzogene Steine am Nachmittage in Wasser gelegt in meinem Arbeitszimmer bei 16—18 ° C., am nächsten Morgen zahlreiche Schwärmer gebildet hatten, während ich in einem Zimmer von 8—10 ° C. auf deren Bildung 24 Stunden länger warten musste.

Sind aber alle Bedingungen für die Bildung und Entleerung der Schwärmer sonst gegeben, so kann letztere oft nachweisbar auch im Dunkeln vor sich gehen. Walz giebt dies für *Vaucheria* und *Oedogonium*-Arten an <sup>1)</sup>, Dodel-Port unter Umständen für *Ulothrix* <sup>2)</sup>, ich selbst kann es für *Acetabularia mediterranea*, für *Haematococcus*, *Bryopsis*, *Botrydium*, *Chytridium* bestätigen. Wenn trotzdem die Entleerung der Schwärmer meist mit Anbruch des Tages erfolgt und durch trübes Wetter verzögert wird <sup>3)</sup>, so zeigt es doch immerhin, dass das Licht fördernd auf diesen Vorgang einwirkt. Temperaturerhöhung kommt, wie ich experimentell feststellte, hierbei nicht in Betracht, vielleicht aber die Ozonbildung bei beginnender Assimilation <sup>4)</sup>.

Werden Culturen von *Vaucheria*, *Oedogonium*, *Haematococcus*, *Acetabularia*, *Bryopsis* ganz im Dunkeln gelassen, so bleibt die Zahl der entlassenen Schwärmer bei weitem geringer als sie es im Lichte geworden wäre. Auch tritt dabei stets eine grössere oder geringere Verzögerung in der Entleerung der Schwärmer ein. Besonders musste mir dies bei *Bryopsis* auffallen, wo ich den Umstand auch benutzte um den Entleerungsvorgang, sowohl der grösseren wie der kleineren Schwärmer, beobachten zu können. Es gelang mir, während der Monate Januar, Februar und März die Pflanzen bis 9, ja selbst bis 10 Uhr Morgens, im Dunkeln mit gefüllten Sporangien zu erhalten; wurden die Pflanzen dann in's Licht gebracht, so erfolgte die Entleerung massenhaft, schon nach Verlauf von wenigen Minuten.

<sup>1)</sup> l. c. p. 500.

<sup>2)</sup> Bot. Zeitung 1876, Sp. 177.

<sup>3)</sup> Vergl. Thuret, Ann. d. sc. nat. Bot. 3<sup>me</sup> ser. Tome XIV 1850, p. 247 und Braun, Verjüngung p. 237, 1851.

<sup>4)</sup> Vergl. Walz l. c. Sp. 301.

Hingegen schienen mir die Gameten von *Botrydium* in ihrer Entleerung gänzlich vom Lichte unabhängig zu sein, ich erhielt dieselben ebenso massenhaft im Dunkeln wie im Tageslichte.

### III. Ueber das Verhalten gewisser Schwärmer zum Lichte.

Wir denken uns zunächst diese Reihe von Versuchen bei constanten Temperaturen ausgeführt, oder doch so, worauf es hier allein ankommen wird, dass während der Dauer eines jeden Versuchs merkliche Temperaturschwankungen ausgeschlossen blieben.

Die Temperatur meines Arbeitszimmers wurde aber zu den Beobachtungszeiten möglichst constant auf 16—18° C. erhalten.

Dieses Arbeitszimmer hat zwei nach Osten, zwei nach Süden gelegene Fenster. Das Licht der ersteren wurde durch schwere Segeltuchvorhänge abgeblendet, das der letzteren ungehindert eingelassen.

Die Culturen wurden in grösseren Gefässen, theilweise Glascshalen, theilweise Porzellannäpfen vorgenommen. Aus diesen schöpfte ich das Material für meine Beobachtungen. Nur *Botrydium* zog ich ausserdem direct in suspendirten Tropfen.

Die grösseren Gefässe waren so in meinem Arbeitszimmer vertheilt, dass eine Anzahl derselben in 0,5 Meter, eine andere in 2,5 M., eine andere noch in 5 M. Entfernung von dem einen Süd-fenster zu stehen kam.

Will man besonders auffallende Erscheinungen haben, so ist es gut die Versuche mit *Botrydium granulatum* zu beginnen. Ein Tags zuvor durch Aussaat der Hypnosporen vorbereitetes Präparat, aus dem Dunkeln in's Tageslicht gebracht, zeigt im ersten Augenblick der Beobachtung alle Schwärmer gleichförmig im Tropfen vertheilt; doch gleich haben sie sich mit ihrem vorderen Ende nach der Lichtquelle gerichtet und eilen derselben in graden, somit ziemlich parallelläufigen Bahnen zu. Nach wenigen, meist 1½—2 Minuten sind fast sämmtliche Schwärmer an der Licht-seite des Tropfens angesammelt und schwärmen hier, reichlich copulirend, durch einander. Wird das Präparat um 180° gedreht, so verlassen alle noch beweglichen Schwärmer momentan den jetzt von der Lichtquelle abgekehrten Rand des Tropfens, den Zimmer-rand, den ich kurz den negativen nennen will, und eilen wieder dem Lichtrande des Tropfens, den ich als positiven bezeichnen werde, zu. Wird die Beobachtung unter einem Mikroskop mit drehbarem Objecttisch angestellt, so kann man durch Drehung

des letzteren die Schwärmer zur fortwährenden Aenderung der Bewegungsrichtung bringen. Sie lenken stets in die vom Fenster gegen das Zimmer geradlinig gerichteten Bahnen ein.

Wähle ich *Ulothrix*-Schwärmer zur Beobachtung, so wird die Erscheinung in gewissem Sinne noch auffallender. Auch diese eilen rasch und in fast geraden Bahnen nach dem positiven Tropfenrande; doch nur selten thun sie es alle, vielmehr wird man in den meisten Präparaten, einen grösseren oder geringeren Theil derselben, eben so rasch in entgegengesetzter Richtung, also nach dem negativen Rande zu, sich bewegen sehen. Es gewährt nun ein eigenes Schauspiel, die Schwärmer so in entgegengesetzter Richtung und daher mit scheinbar verdoppelter Schnelligkeit, an einander vorüberzueilen zu sehen. Wird das Präparat um  $180^{\circ}$  gedreht, so sieht man sofort die an der zuvor positiven Seite angesammelten wieder der negativen Seite, die zuvor an der negativen Seite angesammelten wieder der positiven Seite zueilen. Hier angelangt, bewegen sich die Schwärmer durch einander, sich je nach den Präparaten schärfer oder weniger scharf am Rande haltend. Ununterbrochen bemerkt man auch, sowohl an der positiven als auch an der negativen Seite, einzelne Schwärmer, die plötzlich den Rand verlassen und gerade aus durch den Tropfen nach dem anderen Rande eilen. Ein solcher Austausch findet ununterbrochen zwischen beiden Rändern statt. Ja nicht selten kann man einzelne Schwärmer, die eben vom entgegengesetzten Rande kamen, wieder dort zurückkehren sehen. Andere noch bleiben mitten in ihrem Laufe stehen, und eilen nach dem Ausgangsorte ihrer Wanderung zurück, um eventuell von dort aus das Spiel längere Zeit pendelartig zu wiederholen.

Eben so lebhaft wie die Schwärmer von *Ulothrix* reagiren auch diejenigen von *Scytosiphon lomentarium*, *Chaetomorpha aerea* und auch diejenigen der Ulven, letztere brauchten oft weniger denn eine Minute um einen Raum von 10 Mm. zu durchlaufen.

Nicht so prägnant, wie bei jenen Pflanzen, fallen hingegen für gewöhnlich die Erscheinungen bei *Haematococcus* aus. Zwar haben sich auch hier alsbald die Schwärmer am positiven oder am negativen Rande, oder an beiden, mit mehr oder weniger vollständiger Freilassung aller übrigen Theile des Tropfens angesammelt, doch nur ausnahmsweise eilen sie den Vereinigungsorten in geraden Bahnen zu, für gewöhnlich sieht man sie auf ihrem Wege grössere oder kleinere Krümmungen beschreiben, ja selbst Schleifen bilden. Uebrigens wird auch hier nach Umdrehung des Prä-



parates jeder Schwärmer, soweit er nicht inzwischen zur Ruhe kam, den ihm zukommenden Tropfenrand wieder aufsuchen, und auch hier wird, wenn auch bei Weitem weniger lebhaft, bei unveränderter Lage des Präparates der Austausch zwischen den beiden Rändern des Tropfens stattfinden, manche Schwärmer sich pendelartig zwischen den beiden Rändern bewegen können.

Bei *Ulothrix* sowohl als auch bei *Haematococcus* muss es auffallen, dass die kleinsten Schwärmer die rascheste Bewegung zeigen, sie haben stets zuerst den Tropfenrand erreicht und bilden hier daher die äusserste Ansammlung. Auch wenn die grösseren Schwärmer des *Haematococcus* sich gleichzeitig nur träge und in gekrümmten Bahnen dem Tropfenrande nähern, schiessen die kleinsten in gerader Richtung demselben zu, an Schnelligkeit den entsprechend grossen Schwärmern von *Ulothrix* nicht nachstehend.

*Chilomonas curvata* und *Ch. Parametium* bewegen sich in ähnlicher Weise wie die Schwärmer von *Haematococcus* ihrem Ziele zu, doch sieht man dieselben nur ausnahmsweise schärfere Ansammlungen an dem Tropfenrande bilden.

Ueberrascht war ich nicht wenig als ich die farblosen Schwärmer von *Chytridium vorax* in allen Stücken den *Haematococcus*-Schwärmern gleich sich verhalten sah. In ähnlichen Bahnen, wie jene, eilen sie dem positiven oder dem negativen Tropfenrande zu, sich wohl auch zwischen beide Ränder theilend. In ähnlicher Weise wechseln sie die Ränder, wenn das Präparat umgedreht wird.

„Bei den farblosen mikroskopischen Organismen (Monaden, Cryptomonaden, Zoosporen der Pilze und Mycophyceae)“, schreibt Cohn, „ist ein Einfluss des Lichtes nicht vorhanden und tritt eine bestimmte Bewegungsrichtung nicht hervor“<sup>1)</sup>. Ich kann diese Angabe im Allgemeinen bestätigen, sie gilt aber, wie wir gesehen, für die Schwärmer des *Chytridium vorax* nicht und dieser eine Fall genügt, um zu zeigen, dass die Eigenschaft auf Licht zu reagiren den farblosen Organismen als solchen nicht abzugehen braucht. Diese Reaction würde für dieselben meist ohne Nutzen sein und ist sie daher wohl auch nicht zur Ausbildung gekommen, oder vielleicht auch verloren gegangen, *Chytridium vorax* wird aber durch dieselbe in den Stand gesetzt, wirksam seinen auf Licht reagirenden Opfern nachzusetzen. Dieselbe Eigenschaft fand ich auch bei den Schwärmern eines anderen, im Innern der

---

<sup>1)</sup> Jahresber. d. Schl. Gesell. über 1863. 1864 p. 102 und Bericht über die Vers. d. Naturf. u. Aerzte in Hannover 1866 p. 219.

Euglenen lebenden Chytridiums, und Herr Dr. Nowakowski theilte mir mit, dass auch die Schwärmer des Polyphagus Euglenae den Euglenen an den Tropfenrand folgen.

Dass die Plasmodien der Myxomyceten auf Licht reagiren, ist übrigens ja auch bekannt<sup>1)</sup>, und soll später noch erörtert werden.

Die Schwärmer der Saprolegnien die ich auf ihr Verhalten zum Lichte auch noch untersuchte, zeigten sich hingegen in ihren Bewegungen in keiner Weise von letzterem beeinflusst.

Bei den auf Licht reagirenden Schwärmern war in den Präparaten auch unmittelbar noch zu constatiren, dass sich deren Ansammlung nach dem stärkst leuchtenden Himmelstheile orientirt; nach diesem zu oder von diesem hinweg sieht man auch ihre Bewegung gerichtet. Da für gewöhnlich, von ganz trübem Wetter abgesehen, der stärkst beleuchtete Theil des Himmels derjenige ist, in dem die Sonne steht, so konnte ich in meinen am Südfenster exponirten Präparaten im Allgemeinen im Laufe des Tages die Ansammlung am positiven Rande sich von Osten nach Westen, am negativen Rande sich von Westen nach Osten verschieben sehen.

In allen Präparaten findet man auch eine grössere oder geringere Anzahl Schwärmer, die im ganzen Tropfen zerstreut bleiben. Diese scheinen gegen das Licht gleichgültig zu sein, oder in gewissen Fällen vielleicht auch im Innern des Tropfens die ihnen convenirende Lichtintensität zu finden.

Soweit unter den zur Beobachtung gewählten Schwärmern die Neigung besteht sich niederzusetzen, wiegt diese Neigung bei Weitem am negativen Tropfenrande vor. Damit ist nicht gesagt, dass die positiven Schwärmer am positiven Rande überhaupt nicht zur Ruhe kommen könnten, vielmehr nur, dass sie es dort meist nur in vermindertem Maasse thun, während diese Erscheinung am negativen Rande vorwiegt. Oefters kann es vorkommen, dass fast sämtliche Schwärmer des negativen Randes sich festsetzen, während diejenigen des positiven Randes fast alle beweglich bleiben; doch wird es sich treffen, dass ungeachtet fast alle Schwärmer des Präparates am negativen Rande sich befinden, ihre Beweglichkeit darunter nicht leidet; endlich dass auch Schwärmer nur am positiven Rande zu finden sind, trotzdem sich hier aber in grosser Zahl niederlassen.

<sup>1)</sup> Baranetzki, Mem. d. l. sc. de sc. nat. de Cherb. T. XIX p. 321. 1876.

Abgesehen von dieser Neigung sich zu fixiren, welche meist am negativen Tropfenrande vorwiegt, ist keinerlei morphologische Differenz zwischen den Schwärmern der beiden Tropfenränder zu constatiren, weder in der Grösse, noch in der Gestalt oder Färbung. Manchmal wiegen kleinere Schwärmer am positiven Rande vor, doch ein anderes Mal wieder am negativen Rande, so dass ein constantes Merkmal durch dieses ihr Verhalten nicht gewonnen wird <sup>1)</sup>. — Die Schwärmer setzen sich mit ihren Cilien fest, indem sie diese am Substrat ausbreiten. Längere Zeit sieht man sie jetzt noch mit ihrem Körper hin und her schwanken und sie können sich, so lange ihre Cilien nicht geschwunden, auch spontan wieder in Bewegung setzen, oder durch künstliche Mittel dazu veranlasst werden.

Aus allem hier Angegebenen folgt zur Genüge, dass die letzt veröffentlichte Auffassung von Cohn <sup>2)</sup>, wonach sie geradlinig von der Lichtquelle angezogen werden und ein polares Verhalten gegen das Licht zeigen sollen, so zwar dass das Geisselende sich stets der Lichtquelle zuwendet, das entgegengesetzte Ende von der Lichtquelle abkehrt, nicht für alle Fälle gerechtfertigt ist. Denn wir haben zwar Schwärmer kennen gelernt, die constant nur der Lichtquelle zueilen, aber auch solche, die nach ihr zu oder von ihr hinweg sich bewegen können, und somit ihr Geisselende von der Lichtquelle auch abkehren können.

Früher hingegen war Cohn der Meinung, dass es die Intensität des Lichtes sei, welche die Bewegungsrichtung der auf dieses reagirenden Schwärmer bestimme. Denn in seinem Aufsätze über *Stephanosphaera* heisst es: dass sich *Stephanosphaera* am liebsten im gemässigten Lichte oder im Halbschatten ansammle, während *Chlamidococcus* in der Regel das hellste Licht aufsuche <sup>3)</sup>. In den späteren Aufsätzen betonte es Cohn hingegen: dass die Bewegungsrichtung der grünen mikroskopischen Organismen nicht von der Intensität des Lichtes, sondern von der Richtung der Lichtstrahlen bestimmt wird <sup>4)</sup>. Umgekehrt trat Famintzin

---

<sup>1)</sup> Dass die Mikrozoosporen des von Rostafin'ski untersuchten *Haematococcus* sich constant an dem schwächer beleuchteten Rande des Tropfens ansammelten, muss dem Zufall zugeschrieben werden. Vergl. Mem. de la soc. nationales des sc. nat. de Cherbourg 1875 Tome XIX p. 143.

<sup>2)</sup> Bericht der Vers. in Hannover p. 222 1865.

<sup>3)</sup> Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. Heft I. 1852. p. 111.

<sup>4)</sup> Hannover 1866 p. 221.

1867 für die Lichtintensität ganz entschieden ein und fasste selbst die Resultate seiner Untersuchungen dahin zusammen: der Grad der Lichtintensität übe einen ausserordentlichen Einfluss auf die Vertheilung und die Bewegung der grünen Masse aus und zwar sei es nicht directes Sonnenlicht, sondern das Licht mittlerer Intensität, welches die stärkste Bewegung der Chlamidomonas und der Euglena hervorrufe<sup>1)</sup>. Famintzin stellte seine sämtlichen Untersuchungen in grösseren Gefässen an; der für ihn maassgebende Versuch war aber dieser: er stellte von zwei gleichen mit Chlamidomonas- und Euglena-haltiger Flüssigkeit gefüllten Untertassen die eine in den Schatten, die andere in directes Sonnenlicht. Jede wurde an der vom Fenster abgekehrten Seite zu drei Viertel mit einem Brettchen bedeckt. Im Schatten sammelten sich die Schwärmer zu einem breiten Streifen am Fensterrande der Untertasse. Im directen Sonnenlichte bildete sich ein Streifen an der Oberfläche des Wassers, quer über die ganze Untertasse, dem Rande des durch das Brettchen gebildeten Schattens entlang. Dieser Streifen war an der Seite, mit der er an's directe Sonnenlicht grenzte, scharf gezeichnet, an der anderen, unter dem Schatten des Brettchens gelegenen Seite, wellenförmig contourirt und undeutlich begrenzt. Ob der Streifen ausschliesslich von den Schwärmern aus dem beschatteten Theile der Untertasse gebildet wird, oder auch diejenigen aus dem beleuchteten Theile zu seiner Bildung beitragen, konnte Famintzin nicht feststellen. Es genügte die Intensität des Lichts durch das Beschatten der Untertasse mittelst eines Blattes Papier zu vermindern, um den Querstreifen zum Schwinden zu bringen und die Ansammlung an dem Fensterrande der Untertasse, wie im Schatten, zu veranlassen<sup>2)</sup>.

Die aus obigen Versuchen gezogenen Resultate werden von Sachs in Zweifel gezogen, weil es demselben gelang, ganz ähnliche Erscheinungen, wie die eben beschriebenen, mit Emulsionen zu erlangen. „Giesst man“, schreibt Sachs<sup>3)</sup>, „auf einen von intensiven Sonnenstrahlen getroffenen Teller eine Emulsion und bedeckt man die eine Hälfte des Tellers mit einem Brett, so verschwindet binnen einigen Minuten das Oel aus dem beleuchteten Theil der Flüssigkeit, um sich in dem vom Brett beschatteten zu sammeln.“

In dem Famintzin'schen Versuche ist nun in der That die

<sup>1)</sup> Jahrb. f. wiss. Bot. VI. 1867. p. 20.

<sup>2)</sup> l. c. p. 22.

<sup>3)</sup> l. c. p. 260.

Möglichkeit einer Beeinflussung der Resultate durch Strömungen, welche bei ungleichmässiger Erwärmung in der Flüssigkeit entstehen mussten, nicht ausgeschlossen; um so wichtiger war es mir die Beobachtungen in meinen Tropfen, unter den mit Emulsionen controlirten Bedingungen wieder aufzunehmen und sie auch in grösseren Gefässen und zwar unter bewusstem Ausschliessen oder bewusster Zulassung directen Sonnenlichtes, welches nach Sachs kräftig und warm einwirken muss um die geschilderte Erscheinung an den Emulsionen hervorzurufen, zu wiederholen. Dass die von Famintzin geäusserten Bedenken gegen die Anwendung von Tropfen zu diesen Versuchen, wenigstens in der Art wie ich die Tropfen benutzte, unbegründet sind, haben wir bereits gesehen.

Ich experimentirte zunächst mit Schwärmern, die sich an dem negativen Rande eines Tropfens angesammelt hatten. In der Voraussetzung, dass sie das Licht der gegebenen Intensität, in dem sich das Präparat eben befindet, fliehen, und nur durch den Tropfenrand in ihrem Fortschreiten aufgehalten werden, suche ich nun diesem ihrem Streben direct zu folgen. Angenommen, ich beobachte in 0,5 Meter Entfernung vom Fenster, so entferne ich mich nun geradlinig von demselben, und — sind die Schwärmer nicht auf eine allzuniedrige Lichtintensität gestimmt — so habe ich alsbald den Punkt erreicht, in welchem einzelne, dann, bei weiterem Entfernen, immer zahlreichere Schwärmer den negativen Rand des Tropfens verlassen und sich an den positiven Rand desselben begeben. Rücke ich noch weiter vom Fenster ab, so ist es mir alsbald gelungen, alle, oder fast alle Schwärmer von dem negativen auf den positiven Rand des Tropfens herüberzubringen. Jetzt beginne ich mich wieder dem Fenster zu nähern und die umgekehrte Erscheinung tritt ein. Falls die Schwärmer nicht zu grosse Neigung haben sich niederzusetzen, kann dies Spiel beliebig wiederholt werden. Sehr schön gelingt das Experiment mit *Ulothrix*-Schwärmern wegen der grossen Empfindlichkeit derselben gegen Wechsel der Lichtstärke und deren grossen Velocität. Aber selbst auch mit *Haematococcus* fällt das Experiment ganz überzeugend aus, nur muss auf die jedesmalige Reaction länger gewartet werden. Die Schwärmer von *Ulothrix* wie von *Haematococcus* können übrigens in manchen Fällen auch trotz extremer Annäherung zum Fenster, ja selbst im directen Sonnenlichte am positiven Rande des Tropfens verbleiben. Sie können auch ausnahmsweise nach so geringer Lichtstärke verlangen, dass sie trotz extremer Entfernung vom Fenster, ja selbst bei fortgesetzter Abdämpfung des Lichtes,

so lange als letzteres überhaupt noch richtend auf dieselben einwirkt, nach dem negativen Rande des Tropfens fliehen. Auf so niedere Helligkeitsgrade fand ich auch oft Schwärmer von *Scytosiphon lomentarium* gestimmt; *Scytosiphon*-, *Chaetomorpha*- und *Ulven*-Schwärmer verhielten sich überhaupt in allen Stücken den *Ulothrix*-Schwärmern ähnlich. Die Schwärmer von *Chytridium vorax* fand ich auch wechselnd wie diejenigen von *Haematococcus* gestimmt, die Gameten von *Botrydium*, meist auch die Schwärmer von *Bryopsis* und die *Cryptomonas* blieben selbst im directen Sonnenlichte auf der positiven Seite des Tropfens.

Da die Stimmung bei *Ulothrix* und *Haematococcus* von Cultur zu Cultur, ja von Präparat zu Präparat grossem Wechsel unterworfen ist, so hielt ich es für überflüssig diejenigen Lichtintensitäten genauer zu bestimmen, bei welchen die jedesmalige Ueberführung der Schwärmer von dem negativen zu dem positiven Tropfenrande gelang. Die Handhabung genauer photometrischer Methoden ist ausserdem mit grossen Schwierigkeiten verbunden, und mir genügte es ja zu wissen, dass bei sich sonst annähernd gleich bleibender Intensität der Lichtquelle, wie sie für die kurze Zeitdauer der Versuche meist angenommen werden konnte, die Helligkeit im Zimmer vom Fenster nach der Hinterwand zu abnimmt und zwar im Allgemeinen in der Nähe des Fensters rascher, weiter hin, in Folge vieler sich geltend machender Reflexe, langsamer. Ausnahmsweise z. B., wenn draussen Schnee liegt, können diese Reflexe sich so steigern, dass dadurch sogar entlegene Stellen des Zimmers stärker als die dem Fenster genäherteren erhellt werden. Solche besondere Bedingungen mussten bei Anstellung der Versuche berücksichtigt werden. Alle die störenden Reflexe hatten auch leicht durch Anwendung eines dem Wolkoff'schen etwa ähnlichen, harmonicaartig ausziehbaren, inwendig geschwärzten Kastens<sup>1)</sup> beseitigt werden können, doch hielt ich, der wechselnden Stimmung der Schwärmer wegen, die Anwendung solcher Vorsichtsmaassregeln hier für überflüssig, mir genügte es ganz im Allgemeinen bei wachsender und sinkender Helligkeit beobachtet zu haben und das konnte ich durch einfaches Nähern oder Entfernen der Präparate vom Fenster erreichen. Für gewöhnlich gelang es mir, bei gleichmässig grauem Himmel, wie wir ihn in den Monaten November und December vorigen Jahres (1877) fast ununterbrochen hatten, Schwärmer, die in 0,5 M. Entfernung vom Fenster

<sup>1)</sup> Vergl. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. V p. 12 u. Taf. III Fig. 2.

an dem negativen Tropfenrande angesammelt waren, bei 5 M. Entfernung auf den positiven Rand herüber zu führen.

Doch das Entfernen der Präparate vom Fenster ist nicht einmal nothwendig, um die hier geschilderten Erscheinungen zu erzielen; dieselben sind durch einfache Abdämpfung des Lichtes zu erreichen. Es genügt zwischen das zur Beobachtung dienende Mikroskop und die Lichtquelle Schirme aus Papier oder aus mattgeschliffenem Glase einzuschalten, so zwar, dass der Spiegel des Mikroskops und das Präparat von in dieser Weise abgeschwächtem Lichte getroffen werden. Durch Vermehrung oder Verminderung der Zahl der Schirme lassen sich die Ansammlungen auf der einen oder der anderen Seite des Versuchstropfens reguliren. Sehr empfehlen sich hier wieder *Ulothrix*, *Chaetomorpha* oder *Ulva*, ihrer grossen Empfindlichkeit wegen, zur Beobachtung. Bringt man einen Schirm vor das Präparat, fügt dann einen zweiten und dann weitere hinzu, so kann man nach einander immer mehr und mehr, gelegentlich auch sämmtliche noch beweglichen Schwärmer von dem negativen auf den positiven Tropfenrand herüber bringen.

Nimmt man bei *Ulothrix* die Schirme weg, so dauert die Wirkung der verminderten Helligkeit noch eine Weile nach, die in Bewegung nach dem positiven Tropfenrande befindlichen Schwärmer halten ihre Bewegung in gleicher Richtung und gleicher Schnelligkeit ein, einzelne neue Schwärmer verlassen sogar noch den negativen Rand. Es existirt hier also eine Nachwirkung, die übrigens schon nach Verlauf weniger Augenblicke schwindet, und nun macht sich die entgegengesetzte Bewegung: von dem positiven nach dem negativen Tropfenrande, zuerst einzelner Schwärmer, dann immer grösserer Mengen derselben, geltend. — Bei *Haematococcus* hält die Nachwirkung etwas länger, bis zu einer halben Minute, ja für einzelne Schwärmer selbst darüber, an. Die grösseren Schwärmer, die im letzten Augenblick der Lichtabdämpfung den negativen Tropfenrand verlassen, gelangen aber nicht mehr bis an die entgegengesetzte Seite, vielmehr sieht man sie in ihrem Wege einhalten und nach verschiedenen Schwankungen in die durchlaufenen Bahnen zurückkehren. Nur sehr kurze Nachwirkung zeigen die Schwärmer von *Chaetomorpha aerea* und *Scytosiphon lomentarium*.

Eben solche Nachwirkungen, nur im umgekehrten Sinne, machen sich bei allen diesen Pflanzen geltend, wenn das voll beleuchtete Präparat plötzlich einer geringeren Lichtintensität ausgesetzt wird. Hier hält die Wirkung grösserer Helligkeit eine Zeitlang an.

Gleiche Erscheinungen lassen sich selbstverständlich auch,



freilich in einer für die Beobachtung weniger bequemen Weise, hervorrufen, wenn dem Fenster genäherte Präparate plötzlich auf empfindliche Strecken vom Fenster entfernt, oder aus grösserer Entfernung demselben genähert werden.

Solche Nachwirkungen treten hingegen bei *Botrydium*-Schwärmern nicht ein und sind auch bei *Ulven*-Schwärmern nicht nachzuweisen. Da erstere stets nur an dem positiven Tropfenrande zu finden sind, im intensiveren Lichte aber in geraderen Bahnen als im weniger intensiven fortschreiten, so konnte ich eine Nachwirkung nur in dem Sinne hier erwarten, dass bei plötzlicher Abdämpfung des Lichtes die geraden Bahnen, bei plötzlicher Steigerung der Helligkeit die weniger geraden noch eine Zeit lang eingehalten blieben. In Wirklichkeit trat auch der Einfluss erhöhter Helligkeit sofort hier ein, andererseits machte sich aber eine besondere Wirkung in Form einer Erschütterung geltend, wenn durch Einschalten der Schirme das Helligkeitsmaass plötzlich vermindert wurde. Die parallel neben einander laufenden Schwärmer schwenken dann plötzlich zur Seite ab, manche drehen sich selbst im Kreise; doch das dauert nur einen Augenblick und sie nehmen ihre verlassenen Bahnen wieder auf; letztere erscheinen nur im Verhältniss um so schiefer, je mehr die Lichtintensität abgenommen. Bei Helligkeitssteigerung werden die Bahnen sofort gerader, ohne dass die Schwärmer irgend welche Erschütterung erfahren. — Bei *Ulven*-Schwärmern habe ich einerseits, wie gesagt, eine Nachwirkung nicht beobachten können, andererseits aber auch die für *Botrydium* charakteristische Erschütterung vermisst.

Die grösseren, grün gefärbten Schwärmer von *Bryopsis* zeigen Nachwirkung bei Verminderung der Lichtintensität, wird letztere plötzlich erhöht, so tritt die Erschütterung ein, also umgekehrt als bei *Botrydium*, wo die Erschütterung mit plötzlicher Verminderung der Helligkeit zusammenfällt.

Bei *Ulothrix* und *Haematococcus*, auch bei *Chaetomorpha* und *Scytosiphon*, war keinerlei Erschütterung, weder bei Steigerung, noch bei Verminderung der Lichtintensität zu verzeichnen.

Die kleinsten Schwärmer von *Haematococcus* verhalten sich wie die grossen, somit ist das Ausbleiben der Nachwirkung bei *Botrydium*-Schwärmern nicht auf Rechnung ihrer geringen Grösse zu legen, ausserdem zeigen auch die *Ulven*-Schwärmer, welche den kleineren von *Ulothrix* nicht an Grösse nachstehen, keinerlei Nachwirkung.

Das Verhalten der Präparate im directen Sonnenlichte habe

ich bis jetzt nur in einzelnen Fällen berührt, ja im Uebrigen betont, dass wo nicht das Gegentheil direct angegeben, es sich immer um Versuche im diffusen Tageslichte handelte. Das directe Sonnenlicht stört nun im Allgemeinen die Resultate der Beobachtung nicht, oder nur wenig. Die unter den bis jetzt berücksichtigten Verhältnissen sich stets an dem positiven Rande der Tropfen sammelnden Schwärmer von *Botrydium*, und die unter allen Verhältnissen dort anzutreffende *Chilomonas*, eilen dem directen Sonnenlichte mit gleicher Schnelligkeit wie intensivem diffusum Tageslichte zu. Auf die Schwärmer von *Ulothrix* wirkt das directe Sonnenlicht je nach deren Stimmung anziehend oder abstossend, es verhält sich ihnen gegenüber nicht wesentlich anders als diffuses Tageslicht, nur dass man an den Rändern des Tropfens die Schwärmer in viel grösserer Menge sich zur Ruhe setzen sieht<sup>1)</sup>. Bei *Haematococcus* wird nun aber ein solcher immobilisirender Einfluss des Sonnenlichtes besonders auffallend. Es können hier die Schwärmer auf ein Licht höchster Intensität gestimmt sein und dann eilen sie dem Sonnenlichte zu, oder, wie gewöhnlich, sie fliehen dasselbe; in allen Fällen aber, und vornehmlich wenn die Schwärmer nicht auf die höchste Licht-Intensität gestimmt sind, sieht man sie rasch zur Ruhe kommen. Sind die Schwärmer auf eine relativ geringe Lichtintensität gestimmt, so geht deren Immobilisirung so rasch von statten, dass sie den Tropfenrand gar nicht erreichen, sondern sich oben dem Deckglase, oder unten der freien Tropfenfläche mit ihren Cilien ansetzen. Dann sieht man sie, so fixirt, ruckweise ihren Körper hin und her bewegen.

Umgekehrt wie directes Sonnenlicht wirkt bei *Haematococcus* Verminderung der Lichtintensität; da gelingt es meist Schwärmer, welche sich festsetzten, aber noch ihre Cilien besitzen, wieder in Bewegung zu bringen. Das Resultat ist auch hier durch Vorsetzen der Schirme, oder durch Entfernen vom Fenster leicht zu erzielen. Die Erhöhung der Lichtintensität wirkt in gleichem Sinne wie directes Sonnenlicht, sie stimmt die Schwärmer zur Ruhe. In manchen Präparaten äussert sich dies, bei gegebener Disposition der Schwärmer so stark, dass eine Annäherung an's Fenster von 5 M. auf 0,5 M. genügt, um die meisten Schwärmer zu fixiren. Diese Erscheinung wird die Resultate trüben, wenn es sich darum handelt, durch Annäherung an's Fenster die Schwär-

<sup>1)</sup> Aehnlich wirkt das directe Sonnenlicht auch auf die Schwärmer von *Chaetomorpha aerea*, auf *Bryopsis*-Schwärmer übt es hingegen eine derartige Wirkung nicht aus.

mer von dem positiven auf den negativen Rand des Tropfens herüberzubringen. Die Schwärmer bleiben dann, wider Erwarten, fast alle am positiven Rande, weil ja eben diejenigen, welche hätten herüber wandern sollen, dort sofort immobilisirt wurden.

Je höher die Lichtintensität desto geradliniger die Bewegung der Schwärmer, am geradlinigsten gegebenen Falls im directen Sonnenlichte. Die Schnelligkeit der Bewegung scheint hingegen, so wie das Naegeli bereits aussprach <sup>1)</sup>, vom Lichte nicht beeinflusst zu werden, da aber die Schwärmer mit steigender Helligkeit um so geradliniger fortschreiten, so gelangen sie dann auch entsprechend früher an den Rand des Tropfens. Es brauchten im directen Sonnenlichte und einem gegebenen Präparat, die Schwärmer von *Botrydium*  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Minuten, um vom einen Rande des Tropfens zum andern zu gelangen, im diffusen Tageslichte 2 bis 3 Minuten, vom Fenster auf 5 Meter entfernt 3—4 Minuten, stark durch Schirme beschattet bis über 5 Minuten. Man konnte unter dem Mikroskop direct verfolgen, wie bei Einschaltung der Schirme die Bahnen sich krümmten und wie sie wieder gerade wurden nach Entfernung derselben. In demselben Präparate vereinte Schwärmer gleicher Grösse bewegen sich im Allgemeinen gleich rasch, ob sie der Lichtquelle zu oder von dieser hinwegeilen. Nur bei *Scytosiphon lomentarium* fielen mir die dem negativen Tropfenrande zueilenden Schwärmer als etwas langsamer den entgegengesetzt laufenden gegenüber auf. Im Uebrigen machen sich in Betreff der Schnelligkeit der Bewegung von Cultur zu Cultur bei *Botrydium* relativ nur geringe, bei *Ulothrix* grössere, bei *Haematococcus* oder *Bryopsis* oft bedeutende Differenzen geltend, welche, so weit sie bei *Haematococcus* auch die Grösse der Schwärmer betreffen, später noch besonders besprochen werden sollen.

Ich habe es auch versucht die Famintzin'schen Beschattungsversuche in meinem suspendirten Tropfen zu wiederholen. Wie nunmehr vorauszusehen war, mussten die erhaltenen Resultate mit der gegebenen Stimmung der Schwärmer, wo diese einem Wechsel unterworfen ist, sich verändern.

Ein frisch hergestelltes Präparat wird, während noch die Schwärmer gleichmässig in demselben vertheilt sind, mit einem Bleirahmen bedeckt, welcher mit seinen Rändern auf dem Papprahmen ruht und nur durch eine mittlere, kreisrunde Oeffnung Licht zum Tropfen durchlässt. Der Durchmesser der Oeffnung

<sup>1)</sup> l. c. p. 102.

erreicht etwa den halben Durchmesser der Adhäsionsfläche des Tropfens am Deckglase. Die Lage des Bleirahmens wird so regulirt, dass dessen Oeffnung über der Mitte des Tropfens zu liegen kommt. Das Präparat ruht auf schwarzem Sammet; um die Reflexe von unten her zu vermeiden, wird der Papprahmen oft direct ohne Objectträger auf diese Unterlage gebracht. Hatten die Schwärmer zuvor die Neigung nach dem positiven Tropfenrande zu eilen, so sehen wir sie sich jetzt sämmtlich im Bogen vor dem positiven Rande der Rahmenöffnung sammeln. Es spielt jetzt dieser Rand dieselbe Rolle wie in unbedeckten Präparaten der positive Rand des Tropfens. Nehme ich den Bleirahmen weg, so eilen die Schwärmer auch sofort weiter bis sie den Tropfenrand erreichen. Ich bedecke nun mit einem Bleibande die eine, im Verhältniss zum Fenster, rechte oder linke Hälfte des Tropfens: die Schwärmer sammeln sich fast alle in der beleuchtet gebliebenen Hälfte am vorderen Tropfenrande. Ich lege ein schmales Bleiband über die Mitte des Tropfens in der medianen Richtung (vom Fenster nach dem Zimmer zu), und ich sehe, dass die Schwärmer am positiven Tropfenrande, die unter dem Bande befindliche Stelle freilassen. Ich bedecke den ganzen Tropfen bis auf eine schmale Stelle mit einem Bleiblättchen und kann an jener die Ansammlung der Schwärmer veranlassen: ich verschiebe das Bleiblättchen und die Schwärmermasse folgt langsam dieser Verschiebung. Dabei kann ich unter dem Mikroskop direct die Bewegungsrichtung der Schwärmer beobachten und sehen wie sich ihr Weg nach den beleuchtet gebliebenen Theilen des Tropfens richtet; wie sie z. B. bei einer medianen Lage des Bleiblättchens, schräg von unter demselben hervorkommen und nun rasch in die Richtung zum Fenster einlenken. Soll diese Beobachtung überzeugend ausfallen, so wähle man Schwärmer, die sich bei hinreichender Lichtintensität in recht geraden Bahnen bewegen, z. B. diejenigen von *Botrydium*. — Schmale Bleistreifen, die man transversal (von rechts nach links) über den Tropfen so legt, dass sie beiderseits einen Theil desselben frei lassen, halten die meisten Schwärmer in ihrer Bewegung nicht auf, einerseits, wo solche vorhanden, wegen der Nachwirkungen, die bei so geringen Strecken immerhin die Schwärmer bis auf die jenseitige Lichtseite herüberbringen konnten, andererseits wegen der immerhin vorhandenen Reflexe, endlich wegen einer gewissen Eigenschaft mancher Schwärmer, z. B. derjenigen von *Botrydium*, die erst später zur Sprache kommen kann. Will man die Schwärmer in ihrem Fortschreiten nach dem positiven

Tropfenrande für alle Fälle aufhalten, so muss das Bleiblättchen mit seinem Rande bis auf den Papprahmen reichen und das einfallende Licht von dieser Seite ganz ausschliessen. Auch dann bemerkt man übrigens, bei Beobachtung unter dem Mikroskop, soweit es sich um *Ulothrix* und *Haematococcus* oder andere Schwärmer mit Nachwirkung handelt, dass die nach dem positiven Tropfenrande zulaufenden Schwärmer zunächst in ihrer Bewegung durch den Schattenrand nicht aufgehalten werden, vielmehr, in Folge eben der genannten Nachwirkung, unter das Bleiblättchen gelangen; dann sieht man sie wieder geradlinig unter dem Blättchen hervorkommen und nunmehr erst an dem Schattenrande schwärmend verbleiben.

Ich experimentirte auch mit Schwärmern von geringerer Lichtstimmung als der im Tropfen, bei der gegebenen Exposition, eben herrschenden, mit Schwärmern, die sich im unbedeckten Präparat somit an dem negativen Rande sammeln. Ich lege nun denselben Bleirahmen, wie vorher, auf das Deckglas, so dass nur die Mitte des Tropfens beleuchtet wird. Finden die Schwärmer unter dem negativen Rande des Rahmens die ihnen convenirende Helligkeit, so zerstreuen sie sich unter demselben, oder sie sind auf einen so niederen Helligkeitsgrad gestimmt, dass sie selbst unter dem Rahmen noch das Licht fliehen, bis sie durch den negativen Rand des Tropfens im Fortschreiten aufgehalten werden. Es kann aber auch vorkommen, dass die Schwärmer in dem unbedeckten Präparate sich an dem negativen Tropfenrande sammeln, nach Auflegen des Rahmens nunmehr aber am positiven Rande desselben die angemessene Helligkeit finden.

Ich suchte auch in meinen Präparaten dadurch, dass ich die Bleistreifen in einer bestimmten Höhe über dem Deckglase befestigte, messbar dicke Halbschatten in den Tropfen zu erreichen. Bestimmte Ansammlungen in diesen Halbschatten habe ich aber niemals beobachten können.

Die Beeinflussung der Resultate in meinen Präparaten durch das vom Mikroskopspiegel reflectirte Licht liess ich bisher unberücksichtigt und zwar, weil ich einerseits die Präparate auf meinem Arbeitstische exponirte und nur zur Feststellung der Ergebnisse auf den Objecttisch des Mikroskops brachte, somit dann erst der Einwirkung des Spiegellichtes aussetzte, andererseits auch, weil das Licht des Mikroskopspiegels die Resultate der Ansammlungen nicht modificirt, auch wenn man es während der ganzen Dauer derselben auf das Präparat einwirken lässt. Nur bemerkt

man, dass die nach dem positiven Rande des Tropfens eilenden Schwärmer sich tiefer, die nach dem negativen Rande des Tropfens eilenden sich höher im Präparate bewegen, und zwar deshalb, weil die ersteren bestrebt sind sich dem leuchtenden Spiegel zu nähern, die letzteren sich von demselben zu entfernen. In Präparaten, die nicht von unten her beleuchtet werden, findet das Umgekehrte statt; kann übrigens auch bei Einschaltung des unteren Spiegellichtes stattfinden, wenn das von vorn und oben einfallende directe Licht um Vieles intensiver ist. Durch Abdämpfen des directen Lichtes kann wiederum dem Spiegellichte zu seinem Rechte verholfen werden. Wird das obere Licht ganz vom Präparat abgehalten, so können durch das Spiegellicht allein Randansammlungen der Schwärmer nicht veranlasst werden, wohl aber Ansammlungen in den beleuchtet gebliebenen Theilen des Tropfens, wenn von den anderen das Licht abgehalten wird <sup>1)</sup>).

Die in dem Tropfen gewonnenen Resultate können nunmehr zur Deutung der Erscheinungen in grösseren Gefässen verwendet werden, ohne dass es auch für letztere jedesmal nöthig wäre, den eventuellen Antheil der Strömungen zu eliminiren. Wir haben ja bereits vielfache Anhaltspunkte gewonnen, um beurtheilen zu können, in wie weit eine gegebene Erscheinung der Wirkung des Lichtes zugeschrieben werden kann. Nur falls wir auf unverhoffte Widersprüche stossen sollten, werden wir dieselben von veränderten Gesichtspunkten aus zu prüfen haben.

Wie schon früher erwähnt, hatte ich die grossen Gefässe, in denen meine Culturen vorgenommen wurden, in verschiedener Entfernung vom Fenster aufgestellt. Theilweise benutzte ich Glaskrausen, theilweise Glasschalen, theilweise Porcellannäpfe mit horizontalem Boden und vertical aufsteigenden Wänden zu den Culturen. In den grossen Glaskrausen und Glasschalen sammelten sich die Haematococcus-Schwärmer vorerst zu einem Streifen am oberen positiven Rande der Flüssigkeit, dann bildeten sie mehr oder weniger tief herabhängende Nebelstreifen an derselben Seite des Gefässes, dann sammelten sie sich am Boden in dem Schatten beliebiger Gegenstände. Dieses Verhalten lässt sich ohne Weiteres aus der wechselnden Lichtstimmung dieser Schwärmer erklären. In den Porcellannäpfen war ebenfalls ein ziemlich scharfer Streifen an dem oberen, positiven Rande der Flüssigkeit zu sehen,

---

<sup>1)</sup> Vergl. auch Cohn, Jahresber. der Schles. Gesellsch. 1864. p. 103.



wenn das Gefäss dem Fenster bedeutend genähert war; die entfernter vom Fenster aufgestellten Gefässe zeigten diesen Streifen weniger ausgeprägt, oder meist nur eine unbestimmtere Ansammlung in Gestalt eines Nebelstreifens, der sich von der Schattengrenze des Gefässrandes aus nach der positiven und der negativen Seite ausbreitete. Dann zeigten diese Gefässe auch wieder die Ansammlungen am Boden oder auch im Schatten dort liegender Gegenstände.

Schöpfte ich schwärmerhaltiges Wasser aus grösseren Gefässen in schmale, dünnwandige Bechergläser, so sammelten sich die Schwärmer in diesen alsbald, je nach der Intensität der Beleuchtung und ihrer Stimmung gemäss, entweder scharf am oberen, positiven Rande; oder zu einer keil- bis ankerförmigen, wenig scharf umschriebenen, nebeligen Figur, unten am negativen Rande; oder an beiden Rändern. Schöpfte ich die Flüssigkeit aus den Porcellannäpfen, namentlich aus den vom Fenster entfernten, so hatte ich es so ziemlich in der Gewalt, nur solche Schwärmer aus denselben zu holen, die sich am positiven Rande oder solche, die sich nur am negativen Rande sammelten. Ich suchte hierbei durch Entfernen vom Fenster oder durch das Nähern an dasselbe im Becherglase ähnliche Lichtintensitäten, wie an den entsprechenden Stellen des Porcellangefässes zu erreichen.

Zu den weiteren Versuchen wurde schwärmsporenhaltiges Wasser in flache Gefässe gebracht und diese nun mit Brettern oder anderen undurchsichtigen Gegenständen in bestimmter Weise überdeckt. Die erhaltenen Resultate stimmen mit ähnlichen in dieser Richtung bereits gefundenen meist überein. — Als Cohn eine flache Porcellanschale mit *Stephanosphaera* mit einem Brettchen von der Fensterseite her bedeckte, sammelten sich alle *Stephanosphaeren* quer durch das Gefäss zu einer grünen Linie, an der Grenze zwischen Kernschatten und Halbschatten des Brettchens; legte er das Brettchen von vorn nach hinten über das Gefäss, so sammelten sich die Schwärmer zu beiden Seiten des Brettchens ausserhalb seines Kernschattens<sup>1)</sup>. Eine undurchsichtige Platte, die Cohn auf den vorderen Rand eines Euglenen-haltenden Porcellannapfes legte, veranlasste die Euglenen sich in dicken, grünen Haufen quer durch die Wasseroberfläche, an die Grenze des von der Platte geworfenen Schattens zu stellen. Famintzin bedeckte zwei *Chlamidomonas*- und Euglenen-führende Untertas-

---

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. Heft 1. 1852. p. 111.



sen, von der vom Fenster abgewandten Seite, bis über  $\frac{3}{4}$  mit einem Brettchen. Die eine stand im Schatten: die Schwärmer sammelten sich in ihr am positiven Rande; die andere stand in der Sonne: in dieser bildete sich ein querer Streifen, dem Rande des durch das Brettchen geworfenen Schattens entlang, scharf abgeschnitten an der Sonnenseite, wellenförmig und undeutlich begrenzt an der Schattenseite. Oscillarien in einer Untertasse mit einem Brettchen, wie im vorigen Versuche, überdeckt, sammelten sich nach einigen Tagen, wenn das Gefäss im Schatten stand, in dem beleuchteten Theile, hier die ganze Oberfläche des Wassers, aber auch die Wände und den Boden des Gefässes überziehend; stand das Gefäss in der Sonne, so gingen umgekehrte Erscheinungen vor sich, Wände und Boden des Gefässes, sowie die Oberfläche des Wassers, erschienen in dem beschatteten Theile mit Oscillarien überzogen <sup>1)</sup>. — Paul Schmidt erhielt mit *Chlamidomonas pulvisculus* den Famintzin'schen entgegengesetzte Resultate, was jedoch, wie wir jetzt wissen, durchaus nicht die Richtigkeit beider Angaben ausschliesst. Schmidt legte ein Brettchen über die eine Hälfte der die Schwärmer führenden Schaafe, so dass das Licht nur von einer Seite zu der Flüssigkeit gelangen konnte, und stellte sie in directes Sonnenlicht. In kurzer Zeit hatte sich die Flüssigkeit unter dem Brettchen vollständig geklärt und die Organismen standen vor dem Brettchen genau bis dahin, wo der von demselben geworfene Schatten anfang, in directem Sonnenlichte. Das Brettchen wurde dann so gelegt, „dass es gegen die Richtung der Sonnenstrahlen mit der Längsseite stand und zu beiden Seiten freie Wasserflächen liess.“ „Die Organismen kamen jetzt unter dem Brettchen hervor und legten sich in das directe Sonnenlicht bis an den Schatten, und zwar so genau, dass, da der Schatten des Brettchens nach dem Zimmer zu natürlich grösser wurde, auch die Entfernung der beiden Algenpartieen eine grössere war <sup>2)</sup>.“

Ich selbst habe alle die genannten Versuche mit *Haemato-coccus*-Schwärmern wiederholt, sie auch noch in verschiedener Weise modificirt.

Um die Wirkungen der Strömungen möglichst zu schwächen, benutzte ich die schwärmerhaltige Flüssigkeit in sehr flachen Schichten; um andererseits die Lichtbrechung an den Gefässwan-

<sup>1)</sup> l. c. p. 21 u. 28.

<sup>2)</sup> Inaugural-Dissertation. Breslau 1870. p. 39, 40.

dungen zu vereinfachen, liess ich mir eine viereckige Glaskammer construiren von 75 Mm. Länge und 70 Mm. Breite, auf 17 Mm. Höhe, mit flachem Boden. Die Kammer wurde auf schwarzes Papier gestellt, das durch weisses ersetzt werden konnte, ohne die Kammer zu bewegen. Die schwarze Unterlage brauchte ich während der Dauer des Versuchs, die weisse um das Resultat zu constatiren<sup>1)</sup>.

Wurde die vordere (positive) Hälfte der Kammer mit einem undurchsichtigen Brettchen bedeckt, so sammelten sich die Haematococcus-Schwärmer, falls sie auf grössere Lichtintensität gestimmt waren, an der Oberfläche, quer durch das Gefäss, an der Grenze des beginnenden Schattens. Wurde ein hinreichend breites Brettchen von rechts nach links über die Mitte der Kammer gelegt, um beiderseits frei beleuchtete Wasserflächen zu lassen, so sammelte sich ein Theil der Schwärmer an der Oberfläche quer durch das Gefäss, am negativen Rande des Brettchenschattens, ein anderer am oberen, positiven Rande der Flüssigkeit. Bei vollständigem Angefülltsein der Flüssigkeit mit Schwärmern, wie in dem Schmidt'schen Versuche, wird nur der Schatten des Brettchens von Schwärmern frei, die ganze Flüssigkeit beiderseits desselben von Schwärmern gefärbt erscheinen. Wird die rechte oder linke Hälfte der Kammer mit dem Brettchen bedeckt, so wandern die Schwärmer in die unbedeckt gebliebene und sammeln sich dort am positiven Rande, es sei denn, dass wiederum, wie in dem Schmidt'schen Versuche, die Flüssigkeit so viel Schwärmer führt, dass sie die ganze freie Hälfte ausfüllen müssen.

Wird mit Schwärmern experimentirt, die auf geringere Lichtintensität gestimmt sind und die hintere (negative) Hälfte der Kammer mit dem Brettchen bedeckt, so sammeln sich die Schwärmer am Boden des Gefässes im Halbschatten des Brettchens. Wird ein hinreichend breites Brettchen von rechts nach links gelegt, so dass Wasserflächen von beiden Seiten frei bleiben, so sammelt sich ein Theil der Schwärmer unten im Halbschatten am Fensterrande des Brettchens, wie im vorigen Versuche, der andere unten am negativen Rande der Flüssigkeit. Im Halbschatten, am Zimmerrande des Brettchens, hat eine Ansammlung nicht stattgefunden. Dieses Ergebniss ist sehr einleuchtend: alle Schwärmer, die sich zwischen der vorderen Gefässwand und dem vorderen

---

<sup>1)</sup> Unter welchen Bedingungen die Versuche am prägnantesten ausfallen, soll später zur Sprache kommen.

Halbschatten des Brettchens befanden, bewegten sich von der Lichtquelle hinweg, bis sie von dem Kernschatten des Brettchens in ihrem Fortschreiten aufgehalten wurden. Alle Schwärmer, die sich im Kernschatten des Brettchens, also in einem Lichte zu geringer Intensität befanden, bewegten sich nach vorn, in der Richtung wachsender Lichtintensität, und blieben, aus dem Kernschatten tretend, ebenfalls im vorderen Halbschatten des Brettchens stehen; alle Schwärmer jenseits des Brettchenschattens flohen wiederum die Lichtquelle, bis sie durch den hinteren Flüssigkeitsrand im Fortschreiten aufgehalten wurden. Da die letztere Ansammlung nicht scharf auszufallen pflegt, so habe ich, um ein prägnanteres Bild derselben zu gewinnen, ein zweites Brettchen über den hinteren Rand des Gefässes gelegt; ist dies geschehen, so kann man in dem Versuche zwei gleich scharfe Linien: die eine im vorderen Halbschatten des vorderen Brettchens, die andere im vorderen Halbschatten des hinteren Brettchens, erhalten. Wird ein relativ schmales Brettchen von vorn nach hinten über die Kammer gelegt, so sammeln sich die Schwärmer im Kernschatten desselben. Wird das schmale Brettchen durch ein entsprechend breiteres, gleich orientirtes ersetzt, so sammeln sich die Schwärmer nicht mehr im Kernschatten desselben, sondern rechts und links vom Kernschatten im Halbschatten.

Im Sonnenlichte fallen die Experimente nicht so rein als im diffusen Lichte aus, weil dasselbe die *Haematococcus*-Schwärmer mehr oder weniger immobilisirt.

Strömungserscheinungen waren in allen diesen Experimenten, trotz der erwähnten Vorsichtsmaassregeln und ungeachtet ich die Kammer, um die Verdunstung möglichst zu vermindern, jedesmal mit einer Glastafel bedeckte, nicht ausgeschlossen. Sie werden nach dieser oder jener Richtung zur Verstärkung oder Schwächung der Resultate beigetragen haben, ohne dieselben jedoch, wie ich auf Grund anderweitiger Erfahrungen annehmen darf, im Wesentlichen modificirt zu haben.

Noch so vorsichtige Tödtung der Schwärmer verhinderte sofort, auch unter sonst sich gleichbleibenden Verhältnissen, jede bestimmte Ansammlung der Schwärmer. Die todtten Schwärmer sinken zu Boden, ohne durch die vorhandenen Strömungen gruppiert zu werden.

Unterliegt es nach Alledem keinem Zweifel mehr, dass das Licht die Bewegungsrichtung der Schwärmer bestimmt, und dass dieselben in manchen Fällen in der Richtung der steigenden und

sinkenden Lichtstärke fortschreiten, so bleibt doch noch die Frage übrig, ob es der Lichtabfall, d. h. die Richtung der steigenden oder sinkenden Intensität, allein ist, welche die Bewegungsrichtung der Schwärmer bestimmt, oder ob hierbei auch dem Lichteinfall, das heisst der Richtung des Strahlengangs eine Bedeutung zukommt.

Die Versuche in der Glaskammer, bei welchen die Schwärmer sich im Kernschatten, resp. rechts und links im Halbschatten eines median aufgelegten Brettchens gesammelt hatten, erweckten in mir die Vermuthung, dass es sich hier allein um den Lichtabfall handle, und dass die Schwärmer diesem folgen, auch wenn er sich mit der Richtung der einfallenden Strahlen schneidet. Doch war auch nicht ausgeschlossen, dass in diesen Versuchen die beleuchteten Wassermassen rechts und links, wenn auch nicht als die einzigen, so doch als die dominirenden Lichtquellen für die Schwärmer fungirten und dass nach diesen sich die Schwärmer zu richten hatten, sie in unserem Falle fliehend.

Es galt also eine Reihe weiterer Versuche anzustellen zur Beantwortung der Frage: ob der Lichtabfall für sich allein, oder ob er nur in der Richtung des Lichteinfalls die Bewegungsrichtung der Schwärmer bestimme. Diese Versuche gaben sehr eigenenthümliche Resultate.

Um dieselben anzustellen wählte ich ein hohles Glasprisma von einem brechenden Winkel von nur  $7,5^\circ$ , einer Länge der Prismenseiten von 20 Cm., einer Breite von 3,7 Cm. Dieses Prisma wurde mit einer sehr diluirten Lösung von Huminsäure in Ammoniak gefüllt. Die Lösung war röthlich braun, deren Concentration hatte ich so regulirt, dass sie an der dicksten Stelle eben die ganze brechbarere Hälfte des Spectrums vollständig absorbirte. Die Absorption nahm gleichmässig von dem einen Ende des Prisma gegen das andere zu und wurde keine Stelle der in Frage stehenden Spectrumhälfte besonders bei derselben bevorzugt. Auch die minder brechbare Hälfte des Spectrums wurde gleichmässig, doch nur in geringem Maasse ausgelöscht, auf diese kam es aber, wie wir später sehen werden, hier nicht an. — Ich experimentirte in einem dunkeln Zimmer, in welches ich mit Hülfe eines Heliostaten ein Sonnenstrahlenbündel horizontal einfallen liess. Dieses Bündel wurde durch einen zweiten Spiegel vertical abwärts gebrochen, und diesem vertical einfallenden Lichte wurden meine Präparate ausgesetzt. Zu den Versuchen dienten Botrydium und Haematococcus-Schwärmer. Dieselben bleiben in dem senkrecht das Präparat treffenden Lichte,

wie in dem Spiegellichte des Mikroskops, wenn dieses allein für sich wirkte, gleichmässig durch den ganzen Tropfen vertheilt. Nun wurde das Präparat unter einen flachen Pappkasten, der einen der Grösse des Deckglases entsprechenden Ausschnitt führte, gebracht. Dieser Ausschnitt kam dicht über dem Deckglase zu stehen und auf ihm legte ich das Glasprisma mit einer Seite auf. Es ist einleuchtend, dass unter solchen Bedingungen die Intensität des Lichtes in dem Präparate von dem einen gegebenen Rande gegen den anderen in steter Zunahme begriffen war und zwar senkrecht zu der Richtung der einfallenden Strahlen. Ich sage senkrecht zu den einfallenden Strahlen, denn die prismatische Ablenkung derselben war so gering, dass das Präparat, durch das Prisma jetzt betrachtet, kaum um 1,5 Mm. aus seiner Lage verschoben erschien. In diesem künstlich hergestellten Falle kreuzte sich somit der Lichtabfall mit dem Lichteinfall. Hatten die Schwärmer dem Lichtabfall zu folgen, so mussten sie sich dementsprechend an dem einen Rande des Präparates sammeln, doch sie blieben, wie zuvor, in dem ganzen Präparat gleichmässig vertheilt. So unzählig oft ich den Versuch anstellte, immer fiel er in derselben Weise aus. Nun wurde aber das Strahlenbündel in eine geneigte Lage gebracht und das Präparat dem schräg einfallenden Lichte ausgesetzt: sofort sammelten sich die Bryopsis-Schwärmer an dem der Lichtquelle zugekehrten, die Haematococcus-Schwärmer an diesem oder an dem abgekehrten Tropfenrande. Ich brachte nun wieder das Prisma quer über das Präparat, so also, dass der Lichtabfall sich mit dem Lichteinfall kreuzte. Die Schwärmer richteten sich nicht nach dem Lichtabfall, sondern folgten der Richtung der einfallenden Strahlen. Nun wurde das Prisma schliesslich noch so gestellt, dass die Intensität der Beleuchtung in der Richtung zur Lichtquelle abnahm. Die Botrydium-Schwärmer bewegten sich auch jetzt der Lichtquelle zu, somit der steigenden Lichtintensität entgegen <sup>1)</sup>).

Diese Experimente zeigen somit, dass der Lichteinfall einen richtenden Einfluss auf die Schwärmer ausübt, dass dieselben mehr oder weniger genöthigt werden, ihre Längsaxe in der Richtung des Strahlengangs zu stellen.

---

<sup>1)</sup> Alle diese Versuche lassen sich auch direct im Zimmer mit Sonnenlicht oder diffusem Tageslicht und der Hülfe eines Spiegels anstellen, wenn man nur das seitliche Licht, namentlich das von vorn einfallende, hinlänglich ausschliesst.

Ich will diese Schwärmer phototaktische nennen, die Erscheinung selbst Phototaxis.

Nach den eben gemachten Erfahrungen hätten wir es aber mit zwei Arten phototaktischer Schwärmer zu thun, mit solchen, welche, wie die Schwärmer von *Botrydium*, stets nur ihr Mundende der Lichtquelle zukehren und nur in der Richtung zu dieser, also den einfallenden Strahlen entgegen, sich bewegen können, auch wenn in dieser Richtung die Lichtintensität abnimmt, und mit solchen, wie die Schwärmer von *Haematococcus*, welche in der Richtung des Lichteinfalls der steigenden oder der sinkenden Lichtintensität folgen, somit ihr Mundende einmal der Lichtquelle zukehren, einmal von derselben abkehren. Ich will die phototaktischen Schwärmer letzterer Art von den ersteren als photometrische unterscheiden, die ersteren somit aphotometrische nennen. Je nachdem die photometrischen Schwärmer auf ein Licht hoher oder geringer Intensität gestimmt sind, kann man sie noch als lichtholde und lichtscheue, oder photophile und photophobe bezeichnen.

Für die Schwärmer welche sich, wie diejenigen von *Botrydium*, nur an dem positiven Rande der Tropfen sammeln, wird übrigens stets erst experimentell festzustellen sein, dass sie nicht photometrisch sind, denn dieselben könnten ja auf ein Licht sehr hoher Intensität gestimmt sich zeigen. Im letzteren Falle müssten sie aber die Lichtquelle fliehen, wenn der Versuch so angestellt wird, dass in der Richtung derselben die Lichtstärke abnimmt.

Nach dem eben Festgestellten kann es aber keinem Zweifel mehr unterliegen, dass in den Glaskammern die Ansammlung rechts und links im Halbschatten des Brettchens nur erfolgte, weil die seitlich beleuchteten Wassermassen die dominirenden Lichtquellen für die Schwärmer abgaben. Etwas Aehnliches tritt ja auch ein, wenn die eine Hälfte des Gefässes ganz verdunkelt wird und die Schwärmer nun sich in ihrer Bewegung nach der beleuchteten richten. Auch macht sich in der Richtung des Lichteinfalls die Concurrenz zwischen Strahlengruppen verschiedener Intensität geltend und folgten beispielsweise die Schwärmer in ihren Ansammlungen am Tropfenrande dem Stand der Sonne, sammelten sich auch in etwas dichteren Schwärmen an der stärker beleuchteten Seite des vorderen Tropfenrandes an, wenn bei schräg einfallenden Lichtstrahlen das mit Huminlösung gefüllte Prisma quer über das Präparat gelegt wurde.

Wird ein Präparat hingegen von vertical auffallenden Lichtstrahlen passirt, so richten sich in demselben die Schwärmer mit



ihrer Axe senkrecht zum Deckglas, und wird ihre Bewegung nur in dieser Richtung durch das Licht bestimmt. Randansammlungen, künstlich hergestelltem Lichtabfalle folgend, bilden sich, wie gesagt, nicht aus, oder doch nur, in Folge diffuser Einwirkung der stärker beleuchteten Wassertheilchen auf die schwächer beleuchteten, bei lang andauernder Exposition, kaum nachweisbare Verdichtungen nach der stärker beleuchteten Seite hin.

Photometrische Schwärmer derselben Art zeigen sich aber, wie wir gesehen haben, in wechselndem Grade gestimmt. Dieser hängt zum Theil mit dem Entwicklungszustande der Schwärmer zusammen. Im Allgemeinen sind die photometrischen Schwärmer in der Jugend auf einen höheren Grad der Lichtintensität gestimmt als im spätern Alter. Die erste Stimmung führt sie an ihren natürlichen Standorten wohl meist an die Oberfläche des Wassers, die zweite bringt sie wieder auf den Grund. Während der ersten Stimmung sind die photometrischen Schwärmer sehr munter, in der zweiten zeigen sie die Neigung sich festzusetzen. — Die erste Stimmung geht allmählig in die zweite über. Beide können sehr rasch durchlaufen werden, so dass sich die Schwärmer wenige Stunden nach der Geburt bereits wieder festsetzen, oder die erste Stimmung kann längere Zeit anhalten, so dass die Schwärmer Tage lang in Bewegung bleiben. Letzteres Verhalten gilt übrigens nur für *Haematococcus*, bei den andern von mir untersuchten Algen war die Schwärmzeit meist nach wenigen Stunden, ja oft nur Theilen einer Stunde vollendet.

Ausser dem Wechsel der Stimmung, der an die fortschreitende Entwicklung im Allgemeinen gebunden ist, und den wir als die grosse Periode der Lichtstimmung bei photometrischen Schwärmern bezeichnen können, machen sich auch noch schwache Stimmungswechsel bei den photometrischen Schwärmern ununterbrochen geltend. Bei manchen treten sie kaum merklich, bei anderen wie z. B. denjenigen von *Ulothrix* in auffallender Weise auf. Daher der ununterbrochene Austausch, der zwischen den beiden Rändern eines Tropfens sich bei Beobachtung dieser Schwärmer geltend macht. Oft kann man feststellen, dass ein und derselbe Schwärmer vielfach den Weg von einem Rande zum andern zurücklegt, bis er schliesslich an der einen, unter sonst sich gleich bleibenden Verhältnissen, im Allgemeinen der negativen Seite des Tropfens verbleibt. Diese pendelartigen Stimmungsänderungen dürften aber nur an solchen Schwärmern zur Beobachtung kommen, deren



Lichtstimmung den im Tropfen herrschenden Helligkeitsgraden sehr nahe kommt.

Dass gewisse Schwärmer auf verschiedenen Entwicklungszuständen ein verschiedenes Verhalten zum Lichte zeigen, war schon früheren Forschern aufgefallen. So schreibt Cohn<sup>1)</sup> „das Licht ist den schwärmenden Zellen des *Haematococcus* zuträglich, sie suchen dasselbe. Daher begeben sie sich stets an die Oberfläche des Wassers und an die Ränder der Gefässe. In einem Wassertropfen auf einem Objectglase kann man fast alle Schwärmzellen am Rande antreffen, nur wenige in der Mitte<sup>2)</sup>. Bei den Fortpflanzungsakten dagegen und wenn sie in den ruhenden Zustand überzugehen in Begriff sind, scheinen sie das Licht zu fliehen, wenigstens suchen sie alsdann gewöhnlich den Boden des Gefässes. Auf einem Objectgläschen findet man sie alsdann sämmtlich fast immer an dem vom Fenster abgekehrten Rande des Wassertropfens versammelt<sup>3)</sup>.“ — Cienkowski<sup>4)</sup> giebt an, dass die jungen *Volvox globator* sich in dem dunkleren Theile des Gefässes versammeln, dass sie aber, in den unbeweglichen Zustand übergehend, dem Lichte zustreben. Dieses Verhalten des *Volvox* würde also gerade umgekehrt als dasjenige von *Haematococcus* sein. — Um die Widersprüche zwischen seinen und Cohn's Versuchen an *Euglena viridis* zu erklären, ist auch Famintzin „geneigt zu vermuthen, dass das Verhalten des *Chlamidomonas* und der *Euglena* zum Licht in verschiedenen Entwicklungszuständen variiren könne.“ Diese Vermuthung sucht er auch noch zu stützen durch Anführung der hier erwähnten Angaben von Cohn und von Cienkowski<sup>5)</sup>. Auch sucht er diese seine Auffassung neuerdings den Angaben von Schmidt gegenüber, über das widersprechende Verhalten des *Chlamidomonas pulvisculus* geltend zu machen.

Abgesehen von den Differenzen in der Lichtstimmung der phototaktisch-photometrischen Schwärmer, die wir als von deren Entwicklungszustand abhängig erkannt hatten, mussten wir aber constatiren, dass die Stimmung der Schwärmer einer und derselben Pflanzenart überhaupt auch von Cultur zu Cultur sehr wechseln kann. Die Ursachen dieses Wechsels entziehen sich zumeist

1) Nova Acta. Bd. XXII, 2<sup>ter</sup> Theil, 1850, p. 719.

2) l. c. p. 719.

3) l. c. p. 720.

4) Ueber niedere Algen und Infusorien (russisch) 1856, p. 40.

5) l. c. p. 26.

der Controle, ebenso wie es sich nicht angeben lässt, warum in dem einen Aufguss mehr grosse, in dem anderen mehr kleine Schwärmer gebildet werden. Vor Allem dürfte hier der Standort zu berücksichtigen sein, dem die Algen entnommen sind. Algen in einem minder intensiv beleuchteten Standort erwachsen, scheinen mir im Allgemeinen auf einen niederen Grad von Helligkeit gestimmt, als solche von stark dem Lichte exponirten Orten. So hatte auch die Entfernung der im Zimmer eingeleiteten Culturen vom Fenster einen Einfluss auf die Lichtstimmung der erzeugten Schwärmer. Näher dem Fenster erschienen sie im Allgemeinen auf höhere Lichtintensität gestimmt als an dem vom Fenster entfernten Orten. An letzteren brauchen sie ja auch in der ersten Entwicklungszeit nur auf geringe Lichtintensität gestimmt zu sein, um bis an die Oberfläche des Wassers zu steigen. Ob der Wechsel der Bedingungen innerhalb der verschiedenen Jahreszeiten nicht auch, abgesehen von momentan wirkenden Ursachen, die Stimmung der Schwärmer in diesem oder jenem Sinne prädisponirt, weiss ich nicht sicher anzugeben.

Da nun, abgesehen von der Veränderung der Lichtstimmung, die jeder phototaktisch-photometrische Schwärmer während seiner Entwicklung, oft nur in ziemlich engen Grenzen, durchzumachen hat, sich auch noch weit bedeutendere Schwankungen von Cultur zu Cultur geltend machen können, so ist schlechterdings nicht abzusehen, in wie weit die vorhandenen Literaturangaben über verschiedenes Verhalten der Schwärmer dem Lichte gegenüber auf die entwicklungsgeschichtlichen oder auf von diesen unabhängige Ursachen zurückzuführen seien. Dieses ist um so weniger möglich, als genannte Angaben auch nicht auf vergleichende Beobachtungen sich stützen, und somit nicht festzustellen ist, ob der Widerspruch nicht vielleicht allein auf die Verschiedenheit der Lichtintensitäten während der Versuche zurückzuführen sei. — Meistens, schreibt Thuret <sup>1)</sup>, bilden die Schwärmer an derjenigen Seite, von der das Licht kommt, an der Oberfläche des Wassers einen schönen grünen Streifen und zwar wenn sie Conferven oder Ulven, einen in's Olivenfarbige spielenden gelben wenn sie Phacosporeen sind. Doch manchmal findet das Umgekehrte statt, die Zoosporen scheinen das Licht zu fliehen, sie verbergen sich unter die Zweige der Algen, von denen sie stammen, und gruppieren sich an Orten, an denen der Schatten am stärksten ist.

---

<sup>1)</sup> Ann. d. sc. nat. Bot. 3<sup>me</sup> ser. T. XIV. p. 246.

Endlich sieht man sie nicht selten sich in zwei Theile trennen, den einen der das Licht sucht, den andern der es zu meiden scheint. Thuret fragt sich nun, ob die Ursachen dieser Erscheinungen nicht in der grösseren oder geringeren Vitalität dieser Körper zu suchen seien, die am Lichtrande sich sammelnden waren ihm lebendiger und mehr zum Keimen disponirt erschienen.

Unter sonst sich gleich bleibenden äusseren Bedingungen sammelten sich die Schwärmer von *Botrydium*, in den von mir angestellten Versuchen, stets am positiven Rande der Präparate, ebenso die Flagellate *Chilomonas curvata*, während ich die nahe verwandte *Chilomonas Parametium* und die Euglenen oft auch auf der negativen Seite der Präparate vorfand. Die grösseren, grünen Schwärmer von *Bryopsis plumosa* blieben vorwiegend auf der positiven Seite, ebenso diejenigen der *Chaetomorpha aerea* und der Ulven, doch trafen sich bei allen diesen auch vereinzelte photophobe Schwärmer, deren Zahl mit fortschreitender Entwicklung zunahm. Bei *Bryopsis*, *Chaetomorpha*, *Ulva enteromorpha*  $\alpha$  *lanceolata* und  $\beta$  *compressa* blieb übrigens die Zahl der photophoben Schwärmer bis zuletzt klein, während ich sie bei *Ulva Latuca* zuletzt die Majorität bilden sah. Bei *Ulva*  $\beta$  *compressa* musste es mir, wie ich schon früher einmal erwähnte, auffallen, dass die Gameten nach erfolgter Copulation den positiven Rand der Präparate verliessen und sich an dem negativen sammelten. Bei *Bryopsis* fand ich sehr viele gegen das Licht gleichgiltige Schwärmer, sie gehen meist aus dem photophilen in diesen Zustand über, und sinken dann auf den Grund der Gefässe. *Ulothrix zonata* fand ich in der ersten Beobachtungsreihe oft fast rein photophil, dann zuletzt fast rein photophob, ähnlich *Scytosiphon lomentarium*; sehr schwankend von Cultur zu Cultur waren endlich die Verhältnisse bei *Haematococcus lacustris* und dem ihn begleitenden *Chytridium vorax*.

Die Schwärmer von *Oedogonium* und *Vaucheria*, welche in der Uebersicht des Untersuchungsmaterials ebenfalls genannt waren, habe ich bei der Schilderung meiner Beobachtungen zunächst ganz ausser Acht gelassen und zwar weil die Schwärmer der ersten Art nur wenig, die der letzten überhaupt nicht auf Licht reagieren.

Bringt man *Oedogonium*-Schwärmer in einen suspendirten Tropfen, so eilen sie nach allen Richtungen rasch auseinander und kaum ist eine Tendenz der jüngeren, sich an der Lichtseite zu sammeln, der älteren sich an der Schattenseite festzusetzen, nach-

zuweisen. In grösseren Gefässen findet man die Schwärmer schliesslich aber doch am oberen positiven Rande angesammelt, und dass es nicht Strömungen allein waren, die sie hierher führten, das zeigt der Umstand, dass ich durch seitlich angebrachte Gefässe mit warmem und mit kaltem Wasser diese Ansammlung nicht verhindern konnte. Auch Thuret giebt an, dass Oedogonium-Schwärmer sich an der Lichtseite der Gefässe sammeln und fügt hinzu, dies sei ein Beweis, dass die Anwesenheit eines rothen Punktes bei Schwärmern nicht deren Tendenz zum Lichte bestimme, da Oedogonium-Schwärmer diesen Punkt nicht besitzen <sup>1)</sup>. Ich habe nun gelegentlich meiner Untersuchungen über Zellbildung und Zelltheilung <sup>2)</sup> bei Anwendung von Essigsäure den rothen Punkt auch bei Oedogonium-Schwärmern deutlich auftreten sehen, dass derselbe aber dessen ungeachtet in keiner Beziehung zu den phototaktischen Eigenschaften der Schwärmer steht, wissen wir aus dem Umstande, dass auch die farblosen Schwärmer des Chytridium vorax auf Licht reagiren. Die phototaktischen Eigenschaften der Schwärmer scheinen an das Protoplasma als solches und nicht an einen bestimmten Farbstoff in demselben gebunden zu sein.

Für die Vaucheria-Schwärmer habe ich bis jetzt keinerlei bestimmten Lichteinfluss feststellen können, eben so wenig auch Thuret <sup>3)</sup>, während Hofmeister <sup>4)</sup> eine Ansammlung der Schwärmer von Vaucheria clavata an der vom Fenster abgewendeten Seite des Gefässes zu einem oft 1 Mm. breiten Saume beobachtet haben will. Vielleicht waren die Strömungserscheinungen im Spiel, vielleicht aber auch eine spezifische Verschiedenheit, deren Möglichkeit ja durchaus offen steht.

Im Allgemeinen musste es mich bei meinen Beobachtungen frappiren, dass je grösser die Schwärmer werden, um so mehr sich für gewöhnlich deren Bewegung von dem richtenden Einflusse des Lichtes emancipirt. Habe ich in einem Präparate kleinere und grössere Schwärmer von Haematococcus beisammen, so sehe ich sie in der Richtung des Lichteinfalls sich durchschnittlich in um so geraderen Bahnen bewegen, je kleiner sie sind. Bei Haematococcus kommt noch hinzu, dass die kleineren Schwärmer auch schneller als die grossen forteilen, was Letzteres, wohl vom Lichte

---

<sup>1)</sup> l. c. p. 247.

<sup>2)</sup> p. 182.

<sup>3)</sup> l. c. p. 246.

<sup>4)</sup> Pflanzenzelle p. 148.

unabhängig, nur der Kraft des motorischen Apparates im Verhältniss zur Körpermasse zuzuschreiben ist. Die geradere Bahn und die grössere Schnelligkeit zusammen bedingen, dass die kleineren Schwärmer den Weg von dem einen Tropfenrande zum anderen oft in einer Minute durchlaufen konnten, wogegen die grossen Schwärmer 3—4 Minuten Zeit dazu brauchten. — Dass die kleineren Schwärmer unter dem Einflusse des Lichtes in geraderen Bahnen als die grösseren fortschreiten fällt auch bei *Ulothrix* auf. — Die grössten Schwärmer von *Haematococcus* reagiren auch auf das Licht am wenigsten, der Einfluss des Lichtes auf die um das Vielfache grösseren Schwärmer von *Oedogonium* erscheint in den Präparaten noch schwächer, er äussert sich überhaupt nicht mehr auf die grössten unter den Schwärmern, nämlich diejenigen von *Vaucheria*.

Wenig zu dem Gesagten scheint die Angabe Thuret's zu passen, dass auch die Schwärmer von *Codium tomentosum* und von *Ectocarpus firmus* so gut wie keine Beziehung zum Lichte besitzen<sup>1)</sup>, denn die Schwärmer von *Codium tomentosum* sind kleiner als die grösseren von *Haematococcus* und diejenigen von *Ectocarpus firmus* übertreffen selbst nicht an Grösse die kleinsten von *Haematococcus*. Doch die Differenzen im Verhalten der grösseren und kleineren Schwärmer von *Haematococcus* und *Ulothrix*, das geschilderte Verhalten der Schwärmer von *Oedogonium* und *Vaucheria* sind eben auch Thatsachen und die Thuret'schen Angaben beweisen somit nur, dass es auch ausnahmsweise unter kleineren Schwärmern der Chloro- und Phaeosporeen solche giebt, die auf Licht nicht reagiren. Eine solche Ausnahme fand ich auch selber in den von Pringsheim entdeckten kleinen Schwärmern von *Bryopsis*. Während die grösseren, grün gefärbten sehr lichtempfindlich sind, bleiben die kleinen, an Grösse die Gameten von *Botrydium* nicht übertreffenden, gelb gefärbten Schwärmer in den Präparaten durch den ganzen Tropfen zerstreut.

Der Einfluss des Lichtes auf die Bewegungsrichtung bestimmter Schwärmer einmal festgestellt, lag es auf Grund schon vorhandener Angaben nahe, diesen der Wirkung der stärker brechbaren Strahlen zuzuschreiben. Vornehmlich sollen nach Cohn Versuche mit farbigen Gläsern zeigen, dass nur die stärker brechbaren, actinischen Strahlen die Bewegungsrichtungen der Schwär-

<sup>1)</sup> l. c. p. 247.

mer induciren, die schwächer brechbaren sich wie Abwesenheit des Lichtes verhalten. „Die Organismen werden von den blauen Strahlen am stärksten angezogen, während sich die rothen wie totale Finsterniss verhalten <sup>1)</sup>.“

Meine Versuche wurden angestellt in einem dunklen Zimmer, das nur an einer Stelle Licht durch eine kreisrunde Oeffnung von 7 Cm. Durchmesser einliess. Vor diese Oeffnung wurden parallelwandige Flaschen mit farbigen Lösungen oder auch farbige Gläser befestigt. Die Flaschen waren zunächst mit Lösungen von doppelt chromsaurem Kali und Kupferoxydammoniak angefüllt. Die Concentration dieser Lösungen wurde so regulirt, dass die eine das minder brechbare Licht bis in das Grün hinein, die andere das stärker brechbare von Grün an durchliess. Ein Streifen des intensivsten Grün bei b wurde durch beide Lösungen absorhirt. Ausser diesen beiden Lösungen benutzte ich noch tiefrothes Rubinglas, das nur Roth und etwas Orange durchliess, ein grünes Kupferoxydglas, ein violettes Manganglas und dann auch das Licht einer Natriumflamme.

Das Resultat war nun das, dass die phototaktischen Schwärmer in dem durch die Kupferoxydammoniaklösung gegangenen Lichte ganz ebenso wie im gemischten Tageslichte sich verhielten; in dem durch die Kalibichromatlösung gegangenen Lichte, ebenso in dem Lichte der Natriumflamme und dem durch Rubinglas durchgelassenen gar nicht reagirten. Aus diesem folgt, dass hier die Wirkung ausschliesslich in der stärker brechbaren Hälfte des Spectrums liegt. Im blauen Lichte konnte ich aber alle dieselben Versuche wie im weissen Lichte anstellen, durch Steigerung und Verminderung der Intensität desselben bei den phototaktisch-photometrischen Schwärmern entgegengesetzt gerichtete Bewegungen auslösen.

Ich versuchte es nun weiter festzustellen, wie sich die einzelnen Abschnitte der stärker brechbaren Hälfte des Spectrums in ihren Wirkungen verhalten. Zunächst experimentirte ich mit der Kupferoxydammoniaklösung, dem Kupferoxydglase und dem Manganglase. Die Grenzen der Absorption sind zwar für die genannten Medien, namentlich aber für die Gläser nur unsicher festzustellen, sie hängen ganz von der Intensität der Beleuchtung ab. Für alle Fälle liess die Kupferoxydammoniaklösung, die ich benutzte, das Blau und Indigo von F bis G ganz ungeschwächt, die

<sup>1)</sup> Bericht der Vers. in Hannover 1866 p. 222.



erste Hälfte des Violett von G an ebenfalls ganz ungeschwächt, von da an bis H etwas geschwächt durch, geschwächt auch noch das grüne Licht von b bis F. Das Kupferoxydglas liess Spuren von Roth durch, von C an, etwas sehr geschwächtes Orange, das grüne und blaue und indigofarbige Licht von E bis gegen G in voller Intensität. Das Manganglas, das ich benutzte, absorbirte aber gerade das Blau zwischen 0,00050 bis 0,00049 Mm. sehr stark und liess, abgesehen von Roth und Grün, das Violett sehr vollkommen durch. Das Roth brauchte ich als unwirksam aus meinen Versuchen nicht zu eliminiren, das Grün, als sehr wenig, wenn überhaupt wirksam, konnte auch nur in sehr geringem Grade die Resultate beeinflussen. Somit gaben die Lösung und die beiden Gläser sehr brauchbare Vergleichungsobjecte ab, da die Kupferoxydammoniaklösung alle die stärker brechbaren Strahlen mit nur geringer Schwächung am brechbarsten Ende des Spectrums, das eine Glas das Blau und Indigo, das andere das Violett durchliess. Freilich konnte der Vergleich nur zutreffen bei gleicher Intensität des durchgelassenen Lichtes, über letztere war aber eine annähernde Orientirung möglich. Während nämlich „jede Vergleichung verschiedenfarbigen Lichtes durch das Auge nur einen physiologischen Werth hat und nichts aussagt über die objective Stärke der verglichenen Lichter“, „kann das Auge sehr wohl gebraucht werden um zwei Lichtmengen von gleicher Qualität, z. B. zwei Mengen weissen Lichtes, oder zwei Mengen von derselben einfachen Farbe unter einander zu vergleichen“, so zwar, dass „wenn zwei Lichtmengen gleicher Qualität das Auge, unter gleichen Umständen, gleich stark afficiren, wir schliessen dürfen, dass auch ihre objective Intensität gleich gross sei<sup>1)</sup>.“

Zunächst sei hervorgehoben, dass sich hinter der Kupferoxydammoniaklösung die Schwärmer fast eben so rasch wie im gemischten Tageslichte bewegten, somit anzunehmen war, dass alle die für diese Bewegung wirksamen Strahlen fast ungeschwächt diese Lösung passiren. Das Violett des Manganglases wurde sodann mit dem Violett der Kupferoxydammoniaklösung im Spectrum verglichen und sogar noch etwas intensiver in seinem brechbarsten Theile befunden, weiter das Blau und Indigo des Kupferoxydglases mit den gleichen Farben der Lösung und die gleiche Intensität im Blau, eine schwächere im Indigo der Lösung gegenüber festgestellt.

<sup>1)</sup> Helmholtz, Physiologische Optik 1867 p. 327.



In einem gegebenen Beobachtungstropfen legten die Botrydiumschwärmer den Weg von einem Rande zum andern im weissen Lichte in circa 2 Minuten zurück, fast eben so rasch hinter der Kupferoxydammoniaklösung, hinter dem Manganglase brauchten sie über 4—5 Minuten, nicht dass ihre Bewegung langsamer geworden, sondern weil ihre Bahnen sich gekrümmt hatten. Man konnte sich hiervon direct unter dem Mikroskop überzeugen, durch Wechseln zwischen der Lösung und dem Glase. Hinter dem Kupferoxydglase brauchten die gleichen Schwärmer zwischen 3—4 Minuten um dieselbe Strecke wie zuvor zu durchlaufen.

Ich hatte aus diesen Versuchen somit schliessen können, dass die stärkste Action hier durch das Licht zwischen F und G ausgeübt wird. Dass das Grün bei dem erhaltenen Resultat so gut wie nicht mitwirkte, konnte aber leicht constatirt werden. Ich stellte mir zu diesem Zwecke eine Kalibichromatlösung her, welche das Grün fast bis an's Blau durchliess; diese wurde nun während der Beobachtung vor das Kupferoxydglas gehalten, so dass nur noch Grün durch beide Medien passiren konnte, und sofort hörte auch die Reaction der Schwärmer fast vollständig auf.

Ich controlirte diese Versuchsreihen auch hinter Lösungen von mangansaurem Kali und übermangansaurem Kali entsprechender Concentration, auch hinter in Wasser löslichem Anilinblau, immer mit dem Resultate, dass sowohl Blau als Violett einen richtenden Einfluss auf die Schwärmer üben und dass das Maximum der Wirkung noch diesseits der Linie G liege.

Das führte mich aber noch zu weiteren Versuchen im objectiven Spectrum. Da es sich hierbei um etwa noch festzustellende Wirkungen auch der brechbarsten Strahlen handeln konnte, diese aber durch Glas stark absorbiert werden, so benutzte ich zu meinen Experimenten zwei Silberspiegel, eine Quarzlinse und ein Quarzprisma. — Der eine Silberspiegel wurde am Heliostat befestigt und mit Hilfe desselben liess ich ein Bündel paralleler Sonnenstrahlen durch einen schmalen, verticalen Spalt, horizontal in das dunkle Zimmer einfallen. Der Spalt war durch die Gravesand'schen Schneiden gebildet, ich hatte dieselben bis 0,4 Mm. genähert um ein möglichst reines Spectrum zu erhalten. Die Quarzlinse war in nicht ganz der doppelten Brennweite vom Spalte aufgestellt, das Quarzprisma dicht dahinter. Es ist ein Quarzprisma von  $60^\circ$ , die optische Axe steht rechtwinklig zur brechenden Kante, gleiche Winkel mit beiden Flächen bildend. Das Spectrum wurde horizontal in der Richtung der minimalen Ablen-

kung entworfen, dann aber mit Hilfe des zweiten Silberspiegels nach Bedürfniss abwärts gelenkt. Die Präparate exponirte ich in Entfernungen, in denen das Spectrum deutlich die Fraunhofer'schen Linien zeigte. Wurde das Spectrum vertical abwärts geworfen, so maass in eben dieser Entfernung der sichtbare Theil c. 55 Mm., auf Uranglas leuchteten noch über 40 Mm., jenseits des sichtbaren Endes, in grünlichem Lichte auf.

Zu meinen Versuchen wandte ich vornehmlich die Botrydium-Schwärmer an, weil es mir so leicht war, von einem Tage auf den andern stets das nöthige Untersuchungsmaterial zu schaffen.

Wurden die Schwärmer den einzelnen Abschnitten des vertical abwärts entworfenen Spectrums exponirt, so zeigten sie nur dann schwache einseitige Ansammlungen, wenn der Tropfen sich an der Grenze von Grün und Blau oder von Violett und Ultraviolett befand. Im ersten Falle strebten die Schwärmer merklich dem Blau, im letztern Falle dem Violett zu. Ich erkläre mir die Erscheinung, indem ich annehme, dass das Blau und Violett als schwache Quelle diffusen Lichtes, nach dem Grün und Ultraviolett hin wirkten, welche letzteren sich ihnen gegenüber wie volle Dunkelheit verhalten müssen. Denn wir wissen, dass Grün keinen merklich richtenden Einfluss auf die Schwärmer ausübt und für das Ultraviolett sollen wir dasselbe erfahren. — Innerhalb der wirksamen Theile des Spectrums zeigen die Schwärmer keinerlei Ansammlung, ähnlich wie sie dieselbe im senkrecht auffallenden weissen Lichte bei Einschaltung des Huminsäure führenden Prismas nicht zeigten, denn die kräftige Wirkung in der Richtung des Strahlengangs paralysirt die Wirkung, die sich etwa seitlich durch diffuse Beleuchtung in der Richtung des Maximum der Wirkung im Spectrum geltend machen könnte.

Hierauf wurde das Spectrum schräg abwärts entworfen und zwar so, dass es sein violettes Ende der Lichtquelle (dem zweiten Spiegel) zukehrte. Das Resultat war nun, dass in allen wirksamen Theilen des Spectrums die Schwärmer sich an dem der Lichtquelle zugekehrten Tropfenrande ansammelten. Dem Zeitmaass nach erfolgte die Ansammlung am schnellsten im indigo-farbigem Lichte und nahm unmerklich nach beiden Seiten von hier ab, um etwa um ein Drittel geschwächt, an den Grenzen von Grün und Ultraviolett ziemlich plötzlich aufzuhören. Nach den Erfahrungen, die ich im weissen Lichte mit dem absorbirenden Prisma gemacht hatte, konnte es mich nicht mehr wundern, dass die Botrydium-Schwärmer nach dem der Lichtquelle zugekehrten

Tropfenrande so lange eilen, als sich überhaupt noch Spuren von Wirkungen geltend machen, und obgleich sie dabei am violetten Ende des Spectrums augenscheinlich aus wirksameren in weniger wirksame Gegenden gelangen.

Bei Umkehrung des Spectrums, so dass dieses nun sein rothes Ende der Lichtquelle zukehrte, waren ganz die nämlichen Erscheinungen zu beobachten, und zwar war es nun am grünen Ende der brechbareren Hälfte, dass die Schwärmer aus den activeren in weniger active Regionen des Spectrums eintreten mussten, um sich am positiven Rande der Tropfen anzusammeln.

Um noch reinere Versuche mit den einzelnen Abschnitten des Spectrums zu erhalten wurde dieses schliesslich in der Weise schräg abwärts entworfen, dass es quer zur Lichtquelle zu stehen kam. Die einzelnen Farben wurden nun nach Bedürfniss durch Schirme isolirt und mit einzelnen derselben experimentirt. Der Ausfall war kein anderer als in den früheren Versuchen, die Schwärmer hatten aber jetzt, um sich am positiven Rande der Tropfen zu sammeln, quer zu der Ausdehnung des Spectrums zu schreiten.

Um das Maximum der Wirkung im Spectrum direct anschaulich zu machen, entwarf ich dasselbe schliesslich noch auf einen vertical aufgestellten, weissen Papierschirm. Dieser diente nun als diffuse Lichtquelle, vor welcher die Präparate in entsprechender Entfernung aufgestellt wurden. Alle wirksamen Farben konnten nunmehr in directe Concurrenz treten und ihren besonderen Einfluss auf die Bewegung der Schwärmer geltend machen. Augenscheinlich war es nun, dass der jeweilig dem Indigo zugekehrte Tropfenrand die stärkste Ansammlung zeigte. Wurden zwei Präparate gleichzeitig, das eine in gerader Richtung vor dem Blau, das andere in gerader Richtung vor dem Violett exponirt, so konnte man die Schwärmer in beiden Präparaten nach dem Indigo zu convergiren sehen.

Ich habe bisher unberührt gelassen, dass ich bei den directen Versuchen im Spectrum, um die Wirkung reflectirten Lichtes möglichst auszuschliessen, das Spectrum meist auf schwarzen Sammet entwarf und die Präparate auch meist ohne Objectträger, nur mit dem Papprahmen allein, exponirte. Auch blieb ich schliesslich in meinen Versuchen bei Botrydium stehen, weil die photometrischen Schwärmer wegen ihrer entgegengesetzt gerichteten Bewegungen weniger bestimmte Resultate geben.

Um aber die jedesmaligen Resultate der Ansammlungen in den Präparaten zu prüfen, war in demselben Zimmer, in dem das

Spectrum entworfen wurde, ein Mikroskop aufgestellt, welches Licht von aussen durch eine mit Kalibichromatlösung gefüllte Flasche erhielt.

Vor der Exposition im Spectrum wurde meist erst die gelbe Flasche entfernt und eine scharfe Ansammlung der Schwärmer am positiven Tropfenrande im diffusen Tageslichte veranlasst. Dann wurde die Oeffnung durch die gelbe Lösung von Neuem geschlossen, und das Präparat mit dem die Schwärmer führenden Rande von der Lichtquelle hinweg, den Spectralfarben ausgesetzt. Manchmal liess ich auch die Schwärmer sich direct in diesen ansammeln und kehrte dann das Präparat um.

Ich habe die minder brechbare Hälfte des Spectrums zunächst ausser Acht gelassen und konnte es auch in der That, da ich in keinem der bisherigen Versuche eine Ansammlung der Schwärmer in derselben erhalten hatte. Da nun aber eine Angabe von Guillemin<sup>1)</sup> und neuerdings auch von Wiesner<sup>2)</sup> vorliegt, dass für die heliotropischen Krümmungen ein Maximum der Wirkung an der Grenze von Violett und Ultraviolett, ein zweites kleineres Maximum im Ultraroth liegt, so galt es mir das ultraroth Ende des Spectrums noch ganz besonders in seiner etwaigen Wirkung auf die Schwärmer zu prüfen. Ich benutzte nunmehr, um das Spectrum zu entwerfen, ein Steinsalzprisma, welches wie bekannt das rothe Ende des Spectrums am vollkommensten durchlässt. Leider giebt das Steinsalzprisma, was auch Guillemin schon betont<sup>3)</sup>, einen schwachen diffusen Lichtstreifen, der nach beiden Enden das Spectrum fortsetzt, die Bedingungen für die Experimente schienen somit nicht günstig, letztere fielen trotzdem ganz überzeugend aus; so lange ich nämlich auch die Präparate dem ultraroth Ende des Spectrums aussetzte: es traten keine Ansammlungen ein.

Die zunehmende Dispersion von Roth zum Violett habe ich bei der Feststellung der Maximalwirkung im Spectrum unberücksichtigt gelassen. Denn bei der Dispersion wird die Wellenlänge des Lichts zum Maassstab genommen, dieser kommt aber durchaus keine objective Bedeutung für die Vergleichung von Lichtwirkungen zu. Für meine Zwecke war es allein nothwendig die zu vergleichenden Theile des Spectrums auf gleiche Länge zu brin-

<sup>1)</sup> Ann. d. sc. nat. Bot. IV<sup>me</sup> ser. p. 171. 1857.

<sup>2)</sup> Szber. der Wien. Akad. 1878 p. 137.

<sup>3)</sup> l. c. p. 160.

gen, das liess sich aber durch Aenderung des Abstandes der Präparate vom Prisma leicht erreichen.

Ausser der fortschreitenden Bewegung zeigen die Schwärmer mancher Algen auch noch eine zitternde, welche bei den grossen Schwärmern von *Haematococcus* besonders auffallend wird. Gleichzeitig musste ich auch bemerken, dass beim Einschalten der Kupferoxydammoniaklösung das Zittern aufhörte, beim Einschalten der Kalibichromatlösung hingegen fort dauerte, ungeachtet die Bewegungsrichtung nun eine ganz willkürliche geworden war. Die zitternde Bewegung der Schwärmer von *Haematococcus* wird also durch die Strahlen der minder brechbaren Hälfte des Spectrums veranlasst und die bedeutende Abnahme dieser Bewegung hinter Rubinglas zeigt, dass es die für unser Auge hellsten Strahlen sind, welche hier vornehmlich die Erscheinung auslösen. Auch diese hellstleuchtenden Strahlen wirken übrigens nur bei hinreichender Intensität, Abdämpfen des Lichtes hebt das Zittern auf.

Die am Tropfenrande angesammelten Schwärmer zeigen, abgesehen von der zitternden Bewegung in sehr intensivem Lichte, auch noch die Neigung sich an Ort und Stelle um ihre Axe zu drehen. Ersetzen wir das gelb-rothe Licht durch blau-violettes, so hört das Drehen alsbald auf.

Nachwirkungen machen sich bei diesen Versuchen auch geltend. Werden die Schwärmer aus dem blau-violetten Lichte plötzlich in das gelb-rothe gebracht, so halten sie noch eine Weile ihre graden Bahnen ein. Nicht so übrigens bei *Botrydium*, dessen Schwärmer auch in diesem Falle keine Nachwirkung zeigen und sich sofort im gelb-rothen Lichte zerstreuen. Auch zeigt sich bei *Botrydium* bei Einschaltung der blau-violetten Lösung, jedenfalls wegen der wenn auch geringen Lichtschwächung, eine ähnliche Erschütterung wie sie auch bei jeder sonstigen Abdämpfung des Lichtes bemerkbar wird. Andererseits zeigte die zitternde Bewegung der Schwärmer von *Haematococcus* beim plötzlichen Abdämpfen des Lichtes kurze Nachwirkung, bei Erhöhung der Lichtintensität beginnt das Zittern auch erst nach einer Weile.

Die Experimente mit farbigen Lösungen und Gläsern, die ich im dunkeln Raume zunächst angestellt hatte, lassen sich aber auch in jedem Zimmer ohne alle weitere Vorbereitung wiederholen. Es genügt die Flaschen mit den Lösungen oder die farbigen Gläser so zwischen das Mikroskop und die Lichtquelle einzuschalten, dass Präparat und Mikroskopspiegel von dieser Seite her nur farbiges Licht erhalten. Sofort treten dann die geschilderten

Wirkungen ein. Die geraden Bahnen der Schwärmer, die in der Wanderung von dem einen Rande des Beobachtungstropfens zum andern begriffen sind, werden durch Einschalten der Kalibichromatlösung sofort sistirt, andererseits sieht man sie, nach Entfernen der Lösung, sofort wieder diese Bahnen einschlagen. Sofort auch hört bei *Haematococcus* das Zittern auf beim Einschalten der blau-violetten Lösung, ungeachtet die Schwärmer in den geraden Bahnen verbleiben, ja in Folge des Wegfalls der zitternden Bewegung sogar noch gerader fortzuschreiten scheinen.

Eine Abhängigkeit der Drehungsrichtung der Schwärmer vom Lichte, wie sie von Cohn behauptet wird<sup>1)</sup>, konnte ich in meinen Versuchen nicht feststellen.

Dagegen machte ich noch eine weitere Beobachtung an *Botrydium*, welche freilich nur eine mittelbare Folge des Lichteinflusses ist. Weil nämlich diese Schwärmer im blau-violetten Licht in viel geraderen Bahnen sich bewegen, so stossen sie auch seitlich weniger auf einander und copuliren daher nur wenig; wird hingegen das blau-violette Licht durch das gelb-rothe ersetzt so werden die Bahnen der Schwärmer unregelmässig und veranlassen ein vielfaches Begegnen derselben und daher auch reichliche Copulation.

Der Umstand, dass es die grössere oder geringere Intensität der brechbareren Strahlen des Spectrums ist, welche die Vor- oder Rückwärts-Bewegung der phototaktisch-photometrischen Schwärmer bestimmt, erklärt das Verhalten derselben im Lichte von Gasflammen. Setzte ich diesen die Schwärmer von *Haematococcus* aus, so sammelten sie sich immer am positiven Rande des Tropfens, auch dann wenn sie das Tageslicht von scheinbar viel geringerer Intensität flohen. Die relative Armuth der Gasflamme an stärker brechbaren Strahlen erklärt diese Erscheinung hinlänglich; solches Licht musste trotz scheinbar grösserer Intensität selbst schwachem Tageslichte in der Wirkung nachstehen. Nur die lichtscheuesten Schwärmer von *Haematococcus* und von *Ulothrix* gelang es mir auch im Gaslicht auf die Schattenseite des Tropfens zu zwingen<sup>2)</sup>. Dem Reichthum der Gasflamme an schwächer brechbaren Strahlen gemäss zitterten aber die *Haematococcus*-

<sup>1)</sup> Ber. der Vers. in Hannover 1866 p. 222.

<sup>2)</sup> Daher denn auch bei früheren Versuchen dieser Art stets die Angabe, dass sich die Schwärmer an dem Lichtrande der Gefässe oder Tropfen sammelten. Vergl. Cohn für *Euglenen* Schles. Ges. 1863 p. 103, Dodel-Port für *Ulothrix* Bot. Zeitung 1876 p. 181.



Schwärmer sehr stark in diesem Lichte. Hingegen hörte wieder das Zittern auf, wenn ich zwischen die Flamme und das Präparat eine mit sehr diluierter Kupferoxydammoniaklösung gefüllte Glas- kugel einschaltete. Um aber bei allen diesen Versuchen speci- fische Wärmewirkungen auszuschliessen, wurden gleichzeitig con- centrirte Alaunlösungen zwischen die Gasflamme und das Präpa- rat gebracht.

Mit einer künstlichen Lichtquelle gelang es mir übrigens ebenso intensive Wirkungen wie mit dem Tageslichte zu erzielen, als ich meine Zuflucht zum Magnesiumlichte nahm. Die Flamme wurde mit Hilfe eines Uhrwerks regulirt. Dieselbe ist bekannt- lich sehr reich an stark brechbaren Strahlen und so gelang es mir denn auch mit deren Hilfe relativ leicht, Ansammlungen von Haematococcus-Schwärmern am negativen Tropfenrande zu erzie- len. Soll das Experiment übrigens gleich befriedigend ausfallen, so wähle man zu demselben frisch angefertigte Präparate, in denen die erste Ansammlung durch das Magnesium veranlasst wer- den soll, und nicht Präparate in denen die Ansammlung bereits an dem einen Rande erfolgte und nun durch Magnesiumlicht auf die entgegengesetzte Seite herübergebracht werden soll, weil die inzwischen fixirten Schwärmer die Reinheit des Resultates trüben.

---

#### IV. Verhalten im Dunkeln.

Die *Chilomonas curvata* reagirt erst auf Licht von relativ hoher Intensität, an trüben Tagen gelang es mir oft nicht sie zur Ansammlung am Tropfenrande zu veranlassen, sie blieb in dem ganzen Tropfen zerstreut; hellte sich der Himmel auf, so wanderte sie auf die Lichtseite des Tropfens. Bei *Haematococcus*, *Ulothrix*, *Botrydium* u. s. w. macht sich hingegen der Einfluss von Licht einer sehr geringen Intensität noch geltend. *Haematococcus*-Schwärmer sah ich z. B. an dem positiven Tropfenrande sich sam- meln, als die vorhandene Helligkeit kaum ausreichte, um mittel- starke Druckschrift zu lesen. Ganz ausnahmsweise sind mir Schwärmer dieser Alge vorgekommen, welche Licht von fast gleich geringer Intensität noch flohen, dann aber, bei weiterem Sinken der Helligkeit, sich gleichmässig im Tropfen zerstreuten, ohne, wie ich es erwartet hatte, nach dem positiven Rande des Tro- pfens zu wandern. Aehnliches konnte ich, in vereinzelten Fällen, bei *Scytosiphon lomentarium* beobachten. Da ganz im Allgemeinen



ein Sinken der Helligkeit bis auf gewisse niedere Maasse selbst die lichtscheuesten Schwärmer auf die stärker beleuchtete Seite überführt, so sahen wir denn, beispielsweise, am Abend, in den Culturen von *Haematococcus*, diejenigen Schwärmer welche nicht zur Ruhe gekommen waren, wieder an die Oberfläche steigen. Am schönsten liess sich das gelegentlich in einem Becherglase verfolgen, in dem die Schwärmer unten am Zimmerrande eine Wolke bildeten, die dann, bei Sonnenuntergang, nach dem oberen Fensterrande der Flüssigkeit sich in Bewegung setzte. Im Freien werden solche Schwärmer ebenfalls an die Oberfläche des Wassers steigen.

Im Dunkeln bleiben die Schwärmer in Bewegung, sie kommen nicht zur Ruhe, es sei denn dass sie absterben. Dieses Verhalten war bereits Cohn für *Haematococcus* aufgefallen: diese Schwärmzellen bewegen sich, schreibt er, im Dunkeln ununterbrochen „ohne sich, wie gewöhnlich, am Boden niederzusenken und in die ruhende Form oder in Theilung überzugehen<sup>1)</sup>.“ Ich fand dabei dass sich die Schwärmer entweder gleichmässig in der ganzen Flüssigkeit schwärmend vertheilen, oder, falls sie zuvor schon in ihrer Bewegung sehr geschwächt waren, sich unten am Boden ansammeln, ohne jedoch in den definitiven Ruhezustand übergehen zu können. Die Culturen mit beweglicheren Schwärmern sind für die weitere Beobachtung vorzuziehen. Es gelingt die Schwärmer von *Ulothrix* bis gegen 3 Tage lang, diejenigen von *Haematococcus* oft bis über 2 Wochen in Bewegung zu erhalten. Die *Ulothrix*-Schwärmer sind nach 3 Tagen fast alle todt und zu Boden gesunken, wo sie sich nun langsam zersetzen; die Schwärmer von *Haematococcus* werden bevor sie absterben so mager, dass sie fast Mitleid erregen: sie werden blasser, ihr Körper immer kleiner, wobei namentlich dessen vorderer Theil sich mehr und mehr verdünnt; in manchen Fällen erscheint er fadenförmig, in anderen Fällen keulenförmig, und durch eben diesen Faden oder diese Keule wird der Zusammenhang mit den Cilien hergestellt. In dem Maasse als der Körper kleiner wird, erscheint dessen Cellulosehülle grösser, ja sie wächst noch an sich nicht unbedeutend, so dass sie schliesslich ganz weit vom Körper absteht. Endlich stirbt der Schwärmer und zersetzt sich am Boden des Gefässes liegend<sup>2)</sup>. Sind die in's Dunkle gebrachten Schwärmer von

<sup>1)</sup> Nova acta Bd. XXII P. II. 1850 p. 721.

<sup>2)</sup> Vergl. auch Cohn l. c. p. 720.

*Haematococcus* hüllenlos, so wird ihre Hülle auch im Dunkeln, ebenso wie im Lichte, nur langsamer erzeugt. Die *Botrydium*-Schwärmer kommen im Dunkeln nur so weit rasch zur Ruhe, als sie copuliren, die Copulationsvorgänge spielen sich aber relativ nur langsam ab. Schwärmer die nicht copulirten und die im Lichte gehalten, noch im Laufe des Tages abgestorben wären, blieben im Dunkeln tagelang in Bewegung; ich beobachtete sie selbst am vierten Tage; schliesslich gingen sie zu Grunde. Die Schwärmer von *Chytridium vorax* bleiben im Dunkeln ebenfalls länger als im Lichte in Bewegung, setzen sich aber schliesslich in normaler Weise fest und können auch ihre ganze weitere Entwicklung, falls sie ihre Opfer mit den Haustorien erreichen, normal durchlaufen.

Interessant ist es nun aber, dass die Schwärmer bis zum letzten Augenblick ihre Lichtempfindlichkeit nicht einbüssen. In dieser Beziehung unterscheiden sie sich von den Pflanzen mit periodisch beweglichen und für Licht oder Erschütterung reizbaren Laubblättern, welche in's Dunkle gebracht, nach einem oder mehreren Tagen in die Dunkelstarre verfallen und die in's Licht wieder versetzt, erst nach mehrstündiger, oder je nach Umständen, erst nach tagelanger Einwirkung desselben, den beweglichen Zustand zurückerlangen<sup>1)</sup>. Die Schwärmer aus dem Dunklen in's Licht gebracht, reagiren auf dasselbe so lange als sie überhaupt noch leben. Hat man die Schwärmer aber auf ihre Lichtstimmung vor dem Einbringen in's Dunkle geprüft, so kann man sich auch überzeugen, dass sie bis zum letzten Augenblicke ihre Stimmung nicht verändern. Waren sie auf eine hohe Lichtintensität gestimmt, so zeigen sie dieselbe auch jetzt bei jedem Versuche, eben so das Umgekehrte, wenn sie zuvor Licht von geringer Intensität aufsuchten. Die Schwärmer müssen übrigens, sollen die Versuche rein ausfallen, unter bestimmten Vorsichtsmaassregeln, auf die ich für später verweise, im Dunkeln aufbewahrt werden.

Eine kurz andauernde Nachwirkung der Dunkelheit macht sich aber bei den aus dem Dunkeln gebrachten *Haematococcus*-Präparaten in demselben Sinne geltend, wie an Präparaten, die cinem Lichte geringerer Intensität ausgesetzt, nunmehr in ein Licht grösserer Intensität gebracht werden. Diese Nachwirkung hält aber hier wie dort kaum eine Minute an, dann kommt die eigentliche Stimmung der Schwärmer zum Ausdruck. Von

---

<sup>1)</sup> Sachs, Lehrb. IV. Aufl. p. 857.

dieser Nachwirkung kann man sich leicht überzeugen, wenn man unter dem Mikroskope, nach erfolgter Ansammlung der Schwärmer am negativen Rande des Tropfens diesen Rand einstellt und nun einen dunkeln Recipienten über das Mikroskop stülpt. Wird nach einigen Minuten der Recipient entfernt (und man darf nicht zu lange warten, damit sich die Schwärmer im Tropfen nicht zuvor zerstreuen), so kann man bei sofortiger Beobachtung sehen, wie die das Licht zuvor fliehenden, am negativen Rande des Tropfens angesammelten Schwärmer, sich jetzt in entgegengesetzter Richtung in Bewegung setzen. Sie gelangen oft bis zur Mitte des Tropfens, um dann umzukehren. Die Nachwirkung ist keine andere, wenn das Präparat nur wenige Minuten lang verdunkelt wurde, oder wenn die Schwärmer nach tagelangem Aufenthalte im Dunkeln an's Licht gebracht werden. Die kleinen Schwärmer von *Haematococcus* verhalten sich wie die grossen, die *Botrydium*-Schwärmer verrathen hingegen auch hier keine Nachwirkung, ebensowenig andere Schwärmer, welche bei Steigerung der Lichtintensität diese Eigenschaften nicht zeigten.

## V. Wirkung der Wärme auf die phototaktischen Schwärmer.

Exponirte ich in einem dunklen Raume photometrische Schwärmer dem Einflusse einer Gasflamme, so sammelten sie sich, wie schon früher erwähnt wurde, am Lichtrande des Tropfens. Diese Ansammlung erfolgte trotz Einschaltung concentrirter Alaunlösung, die bekanntlich sehr atherman ist, wurde hingegen aufgehoben durch die, für dunkle Wärmestrahlen sehr diathermane, Lösung von Jod in Schwefelkohlenstoff. Somit war der Beweis geliefert, dass der Gang der dunklen Wärmestrahlen keinen Einfluss auf die Bewegungsrichtung der Schwärmer ausübt. Ebensowenig konnten diese Strahlen die Schwärmer an einer zu deren Einfall rechtwinkligen Bewegung hindern, wenn ich auf das Präparat, unter 90°, auch noch so gedämpftes Tageslicht einwirken liess.

Hingegen beeinflussen die Temperaturen sehr den Grad der Lichtempfindlichkeit bestimmter Schwärmer, so zwar, dass Erhöhung der Temperatur bis auf ein gewisses Maass sie auf höhere, Erniedrigung der Temperatur bis auf ein bestimmtes Maass sie auf niedrigere Lichtintensitäten stimmt.

Die Versuche führte ich im geheizten Zimmer unter Glocken

aus, die auf Gefässen mit warmem oder mit kaltem Wasser ruhten. Oder die Glocken wurden in verschiedene Zimmer vertheilt, die ungleiche Temperaturen zeigten. In die Glocke war ein Thermometer eingelassen, das Präparat, falls über warmen oder kalten Gefässen experimentirt wurde, nicht direct auf dieselben gelegt, sondern über denselben in halber Höhe der Glocken, in der Nähe der Thermometerkugel, angebracht.

Am besten fielen die Versuche mit den Schwärmern von *Haematococcus* aus, weil dieselben auch unter relativ sehr starken Temperaturschwankungen nur wenig leiden. Hatte ich Schwärmer vor mir, die sich bei der gewöhnlichen Temperatur meines Arbeitszimmers ( $16-18^{\circ}\text{C.}$ ) am positiven Rande des Tropfens angesammelt hatten, so war ich so gut wie sicher, sie nun, bei gleicher Lichtintensität, auf den negativen Rand des Tropfens überzuführen, wenn ich das Präparat einer Temperatur von circa  $4^{\circ}\text{C.}$  aussetzte. Bei so niedriger Temperatur gingen sie gewöhnlich fast alle auf den negativen Rand des Tropfens über. Andererseits war ich fast sicher auch die lichtscheuesten *Haematococcus*-Schwärmer auf dem positiven Tropfenrande zu finden, wenn ich das Präparat einer Temperatur von circa  $35^{\circ}\text{C.}$  exponirte.

Da diese Ergebnisse leicht als Folge von Strömungen in den Tropfen gedacht werden können, musste mit Vorsicht experimentirt werden. Erstens wurde festgestellt, dass die stärkere Erwärmung oder Abkühlung der Präparate von unten her, ähnlich wie die Beleuchtung der Präparate vom Mikroskopspiegel aus, an sich keine Randansammlungen der Schwärmer veranlassen kann. Weiter aber, um Strömungen durch ungleiche Vertheilung der Temperaturen im seitlichen Umfang der Glocken, welche Strömungen in der That zu Randansammlungen der Schwärmer führen könnten, zu verhüten, wurde nun an vom Fenster entfernteren Orten der Zimmer, wo ich eine gleichmässige Vertheilung der Wärme im Umfange der Glocke annehmen konnte, experimentirt; auch prüfte ich stets mit Emulsionstropfen die Verhältnisse innerhalb der Glocken; endlich suchte ich durch seitlich angebrachte Gefässe mit kaltem und heissem Wasser absichtlich eine ungleiche Vertheilung der Wärme im Umkreis der Glocken herbeizuführen. Alle diese Controlversuche zeigten übereinstimmend, dass die Ursache der Ansammlung der Schwärmer in dem Tropfen, nur dem Lichte zugeschrieben werden konnte. Auch erhielt ich stets die nämlichen Resultate, ob ich über den wärmenden und kühlenden Gefässen, oder direct in Zimmern von einer bestimmten Temperatur experimen-

tirte. Endlich fielen direct im Freien angestellte Versuche auch im gleichen Sinne aus.

Nicht jede Erhöhung der Temperatur bringt aber sofort der vorausgegangenen entgegengesetzte Bewegungen der photometrischen Schwärmer im Tropfen, nämlich vom negativen zum positiven Rande, hervor, und nicht jede Erniedrigung der Temperatur sofort die Bewegung vom positiven zum negativen Rande. Es treten diese Wirkungen erst mit einem gewissen Grade der Temperatur-Erhöhung oder Temperatur-Erniedrigung ein. Dieses Maass ist aber für die einzelnen Culturen, ja für die einzelnen Präparate, je nach der Lichtstimmung der Schwärmer, verschieden<sup>1)</sup>. Im Allgemeinen habe ich gefunden, dass sich die Schwärmer innerhalb bestimmter Temperaturgrenzen an die gegebene, mittlere Temperatur ihrer Geburtsstätte mehr oder weniger anpassen, so dass diese gewissermaassen zu einer mittleren Temperatur für sie wird. Bei dieser Temperatur nun, so weit sie nicht zu starken Schwankungen unterworfen ist, machen sie ihren ganzen Entwicklungsgang durch, der, wie wir wissen, auch mit einer Aenderung der photometrischen Eigenschaften verbunden ist. Ich habe vom gleichen Orte und gleichzeitig geholt Steine mit *Haematococcus* in Gefässe gebracht, die theilweise in einem Zimmer von durchschnittlich 16 ° C. theilweise in einem solchen von durchschnittlich 10 ° C. in gleicher Entfernung vom Fenster placirt wurden. Am nächsten resp. übernächsten Tage fand ich in beiden Zimmern die Schwärmer, wenn ich sie an Ort und Stelle untersuchte, am positiven Rande der Tropfen angesammelt; ich trug nun die Präparate aus dem wärmeren in das kältere Zimmer und die Schwärmer eilten in demselben an den negativen Rand des Tropfens. Oder ich fand auch in beiden Zimmern die Schwärmer am negativen Rande des Tropfens; ich trug nun das Präparat aus dem kälteren in das wärmere Zimmer und die Schwärmer sammelten sich jetzt am positiven Rande. Von den, der Anlage nach völlig gleichen Culturen zeigten sich die einen somit auf die Temperaturverhältnisse des kälteren, die anderen auf diejenigen des wärmeren Zimmers gestimmt.

---

<sup>1)</sup> Beliebiges Beispiel: Ein Präparat in 0,5 M. Entfernung vom Fenster und 18 ° C. negativ, in 2 M. Entfernung gebracht bei 36 ° C. positiv, positiv noch bei 26 ° C., auf 8 ° C. abgekühlt negativ, einer Temperatur von 18 ° C. ausgesetzt negativ, auf 32 ° C. gebracht wieder positiv, zurück auf 18 ° C. negativ. Im Lichte einer Gaslampe (hinter Alaunlösung) positiv.

Auch die im Dunkeln aufbewahrten Schwärmer von *Haematococcus* reagiren noch bis zuletzt auf Temperaturdifferenzen, so dass ich sie auf den warmen oder den kalten Gefässen zu Ansammlungen am positiven oder am negativen Rande der Tropfen veranlassen kann.

Uebrigens darf weder in diesem letzten noch in den vorangegangenen Versuchen erwartet werden, dass sämtliche Schwärmer jedesmal in der erwünschten Weise reagiren, einzelne schliessen sich immer von der Regel in Folge nicht weiter im Einzelnen zu ermittelnder Ursachen aus, gleich wie in Versuchen, die bei constanten Temperaturen ausgeführt werden.

Eben so günstig wie *Haematococcus*-Schwärmer sind für Prüfung des Einflusses der Temperaturen auch die kleineren Schwärmer von *Ulothrix*, sie reagiren relativ in eben so scharfer Weise. Nicht so die grösseren Schwärmer von *Ulothrix*, welche leicht von stärkeren Temperaturschwankungen leiden.

Wie die kleineren Schwärmer von *Ulothrix* verhalten sich diejenigen von *Chaetomorpha aerea*, welche ungeachtet ich sie bei mittlerer Zimmertemperatur stets nur positiv beobachtete, doch durch Abkühlung auf den negativen Tropfenrand leicht zu bringen waren. Aehnlich meist auch die Ulven, wo mir dies namentlich mit *Ulva Lactuca* gelang.

Die Schwärmer von *Scytosiphon lomentarium*, deren ich so viel bei mittlerer Zimmertemperatur negativ fand, werden hingegen durch sinkende Temperatur so rasch immobilisirt, dass die Ueberführung der positiven Schwärmer auf die negative Seite in Folge dessen meist nicht gelingt. Ebenso leiden diese Schwärmer schon durch geringe Temperaturerhöhung, was wiederum die Ueberführung der negativen Schwärmer nach dem positiven Tropfenrande erschwert.

Bei *Botrydium*, dessen Schwärmer phototaktisch, doch aphotometrisch sind, gelang es mir auch durch niedere Temperaturen nicht die Schwärmer auf die negative Seite zu bringen. Bei sinkender Temperatur werden die Schwärmer hier übrigens auch in ihrer Bewegung gelähmt.

Bei den grösseren *Bryopsis*-Schwärmern, die ja allein nur auf Licht reagiren, ist mir ebenfalls eine Ueberführung auf den negativen Tropfenrand nicht gelungen. Die fast ausnahmslos photophilen Schwärmer werden bei sinkender Temperatur träger und hören endlich auf sich zu bewegen, ohne den positiven Tropfenrand verlassen zu haben.



*Chilomonas curvata* bleibt ebenfalls am positiven Rande der Tropfen, so lange die Temperatur nicht etwa auf 6 bis 4 ° C. gesunken ist, dann aber zerstreut sie sich im Tropfen, wie bei unzureichender Lichtintensität. Ich beobachtete sie häufig in Tropfen, welche auch *Haematococcus*-Schwärmer führten. Während nun die *Chilomonas* nicht reagierten, war es gleichzeitig ein Leichtes alle grossen und kleinen Schwärmer von *Haematococcus* durch Temperaturerniedrigung auf den negativen Tropfenrand herüber zu führen, ein neuer Beweis, wenn es überhaupt noch solcher bedürfte, dass es sich hier nicht um Wirkungen von Strömungen auf die Schwärmer handelt, die ja sonst auch die *Chilomonas*, die annähernd an Volumen den grösseren Schwärmern von *Haematococcus* gleicht, mit auf den negativen Tropfenrand hätten führen müssen.

Alle diese bei höherer oder niederer Temperatur unter gleichzeitigem Einfluss des Lichtes eintretenden Bewegungen werden aber in dem Augenblicke aufgehoben, da ein undurchsichtiger Recipient über das Präparat gestülpt wird; die Schwärmer vertheilen sich dann in allen Fällen gleichmässig in dem Tropfen.

Wie die farblosen Schwärmer von *Chytridium vorax* bei gemässiger Temperatur auf das Licht ähnlich den *Haematococcus*-Schwärmern reagierten, so verhalten sie sich auch bei Temperaturwechsel in ihrer Stimmung diesen fast gleich. Die Experimente mit den genannten Schwärmern fallen aber nur gut aus, wenn es sich um Wirkung niederer Temperaturen handelt, obgleich sie selbst auch da etwas schwerfälliger als die *Haematococcus*-Schwärmer in ihrer Reaction sind; bei höherer Temperatur haben sie aber die ausgeprägte Neigung sich zu fixiren und in die amoeboide kriechende Form überzugehen, aus der man sie nicht sofort durch Temperaturerniedrigung herausbringt.

Beobachtet man die *Haematococcus*- und *Ulothrix*-Schwärmer unter dem Mikroskop bei Aenderung der Temperatur, so bemerkt man, dass eine jede plötzliche und starke Temperaturschwankung eine momentane Bewegung der Schwärmer in der Richtung der steigenden oder der sinkenden Helligkeit veranlasst, und zwar selbst dann, wenn die eingetretene Schwankung innerhalb derjenigen Grenzen liegt, welche unter sonst sich gleichbleibenden Bedingungen, die Schwärmer auf derselben Seite des Tropfens belassen hätte. Bringe ich z. B. Schwärmer, die auch bei 18 ° C. am positiven Rande des Tropfens bleiben, von 30 ° C. plötzlich auf diese Temperatur zurück, so sehe ich sie sich sämmtlich, mehr



oder weniger geradlinig, vom positiven Rande des Tropfens entfernen, bald aber nach demselben wieder umkehren, und zwar grösstentheils noch bevor sie die Mitte des Tropfens erreicht haben. Ebendasselbe wird sich am negativen Rande beobachten lassen, wenn ich die Temperatur plötzlich von 8 auf 18 ° C. erhöhe, ungeachtet die zum Versuche jetzt benutzten Schwärmer auch bei 18 ° C. auf der negativen Seite noch zu bleiben haben. Wird umgekehrt im ersten Präparate die Temperatur von 18 auf 30 ° erhöht, im zweiten von 18 auf 8 ermässigt, so kann eine solche rückläufige Erschütterung nicht eintreten, da ja die Wirkung der Temperatur dann nur die in den gegebenen Präparaten vorhandene Stimmung gleichsinnig steigert.

Im Allgemeinen muss aber auf Grund aller dieser an *Haematococcus*-, *Ulothrix*- und anderen Schwärmern gemachten Erfahrungen angenommen werden, dass sowohl bei ihnen, als auch allen anderen phototaktisch-photometrischen Schwärmern, die Lichtstimmung sich mit jedem Temperaturgrade ändert. Freilich wird diese Stimmungsänderung in den Tropfen nur insoweit beobachtet werden können, als sie die Helligkeitsmaasse innerhalb derselben durchschreitet, denn nur dann werden die Schwärmer von der einen Seite des Tropfens auf die andere herübereilen.

Sind die photometrischen Schwärmer, mit denen experimentirt werden soll, auf sehr hohe Lichtintensität gestimmt, so wird es, um sie auf den negativen Rand des Tropfens herüberzubringen, niederer Temperatur bedürfen, als wenn sie auf geringere Helligkeitsgrade gestimmt wären. Im ersteren Falle wirken Licht und Temperatur sich so zu sagen entgegen, im letzteren so zu sagen gleichsinnig. Umgekehrt wird es bei erhöhter Temperatur leichter mit lichtholden denn mit lichtscheuen Schwärmern erfolgreich zu experimentiren sein. Stellt man die Versuche mit Schwärmern an, die auf niedere Lichtintensität gestimmt sind, so wird es, in dem Maasse als man sich vom Fenster entfernt, desto tieferer Temperaturen bedürfen, um sie auf den negativen Tropfenrand herüberzubringen; umgekehrt wird es, je mehr man sich dem Fenster nähert, desto höherer Temperaturen bedürfen, um lichtscheue Schwärmer auf die Lichtseite des Tropfens zu zwingen. Dasselbe lässt sich constatiren, ohne dass man das Präparat von der Stelle bewegt, wenn man durch Verschieben oder Entfernen von Schirmen die Lichtintensität sinken lässt oder sie steigert.

Mit Zuhülfenahme niederer Temperaturgrade ist es mir gelungen, lichtscheue Schwärmer von *Haematococcus* und *Ulothrix*

auch im Lampenlichte hinter Alaunlösung ziemlich vollständig auf den negativen Rand des Tropfens herüberzubringen.

Auch nahm ich niedere Temperaturgrade weiter zu Hülfe, um recht prägnante Ansammlungen der Schwärmer im Schatten der Brettchen in grösseren Gefässen zu erzielen; das waren die für die Versuche günstigen Verhältnisse, die ich früher im Texte andeutete.

Ich habe allen Grund anzunehmen, dass in diesen Beziehungen die Schwärmer noch vieler anderer Algen sich wie diejenigen der hier behandelten verhalten werden. Aus älteren Literaturangaben ist aber über diesen Punkt nichts zu erfahren, weil die Aenderungen der Lichtstimmung bei wechselnder Temperatur bis jetzt unberücksichtigt blieben.

Die Schwärmer farbloser Organismen, welche nicht zu assimiliren brauchen und somit eventuell auch im Dunkeln leben können, reagiren überhaupt auf Licht nicht, es sei denn, dass ihnen das, so wie dem *Chytridium vorax* oder dem *Polyphagus Euglenae* zu Nutzen kommt, indem es sie befähigt, ihre auf Licht reagirenden Nährschwärmer ganz unbewusst zu verfolgen.

Ich stellte auch noch mit den Schwärmern von *Haematococcus*, *Ulothrix*, *Botrydium* und *Chilomonas* Versuche in der Art an, dass ich sie auf Max Schultze's heizbarem Objecttische im Gesichtsfelde des Mikroskops erwärmte. Ich wählte verschieden gestimmte Schwärmer von *Haematococcus* und *Ulothrix* zu den Versuchen; bei Erhöhung der Temperatur bis über 30 ° C. sah man selbst die lichtscheuesten Schwärmer, der Hauptsache nach, von dem negativen Rande des Tropfens auf den positiven herüberwandern<sup>1)</sup>. Bei 55 ° C. werden die letzten Schwärmer von *Haematococcus* und von *Ulothrix* getödtet, die Schwärmer von *Ulothrix*, namentlich die grösseren, gehen aber schon in grosser Zahl vorher zu Grunde, sobald die Temperatur 45 ° überstiegen hat. — Die Schwärmer von *Botrydium* hielten ganz vorwiegend bis 55 ° aus; *Chilomonas curvata* wurde stets in allen Exemplaren bei 45 ° getödtet, bei welchem Temperaturgrade der Körper plötzlich explodirt. Die Schwärmer der Meeresalgen vertragen im Allgemeinen selbst so hohe Temperaturen nicht, was damit zusammenhängen mag, dass sich das Wasser im Meere nie so wie dasjenige in

---

<sup>1)</sup> Manche sind aber, bei den grossen individuellen Schwankungen die hier in Betracht kommen, auch jetzt und überhaupt nicht herüber zu zwingen.

Tümpeln und Teichen, in welchen die Süßwasseralgen leben, erwärmen kann. Die Süßwasseralgen werden daher auch auf das eventuelle Aushalten höherer Temperaturgrade als die Seealgen angepasst sein. Die Schwärmer der von mir untersuchten Meeresalgen wurden meist schon zwischen 35—40 ° getötet.

Erwärmte ich die Schwärmer von *Haematococcus* nur bis auf 50 ° C., so konnten sich viele der unbeweglich gewordenen, etwa nach Verlauf einer Viertelstunde, wieder erholen, sie hatten sich nur in der Wärmestarre befunden. Manche zeigten sich aber auch schon durch die Temperatur von 50 ° getötet, wie die beginnende Desorganisation ihres Körpers durch auftretende Vacuolen bewies.

Diese Versuche direct auf dem Objecttische des Mikroskops angestellt, gestatteten auch zu constatiren, was bereits von Nägeli bemerkt wurde<sup>1)</sup>, dass steigende Wärme bis zu bestimmten Temperaturgraden die Bewegung der Schwärmer beschleunigt. Am schnellsten bewegen sich die Schwärmer von *Haematococcus* zwischen 30—40 ° C., dann nimmt ihre Bewegung rasch ab.

Gleichzeitig kann man feststellen, dass mit sinkender Temperatur die Neigung der Schwärmer sich niederzusetzen wächst. Viele der ruhenden fangen dann bei steigender Temperatur wieder sich zu bewegen an. Diese Neigung zum Festsetzen kann sich mit sinkender Temperatur bei manchen Schwärmern so steigern, dass sie die Resultate in Versuchen stört, welche darauf gerichtet sind, die Veränderung der Lichtstimmung durch wechselnde Temperaturen nachzuweisen. Manche Präparate, in denen fast sämtliche Schwärmer sich bei 4, 6 oder selbst schon bei 8 ° C. niedergesetzt hatten, konnten nach Erhöhung der Temperatur bis auf circa 30 ° fast alle Schwärmer wieder in Bewegung zeigen.

Schwärmer von *Haematococcus* und *Chilomonas curvata* können sich übrigens auch noch, bei sonst entsprechender Stimmung, in theilweise gefrorenen Wassertropfen zwischen den Eisschollen bewegen<sup>2)</sup>. Aehnliches ist bereits von *Ulothrix*-Schwärmern angegeben worden<sup>3)</sup>. Völlig eingefrorene Schwärmer von *Haematococcus*, *Ulothrix*, *Botrydium*, *Chilomonas curvata*, auch wenn die Temperatur der Umgebung kaum unter —1 ° C. sank, erwiesen sich, selbst bei vorsichtigem Aufthauen, als todt. Die Ruhezustände des

<sup>1)</sup> l. c. p. 102.

<sup>2)</sup> Vergl. auch Rostafin'ski, Mem. d. l. soc. nation. d. sc. nat. de Cherbourg 1875. Tome XIX p. 138.

<sup>3)</sup> Kraus, Bot. Zeitung 1875. Sp. 774, und Dodel-Port. Jahrb. f. wiss. Bot. 1876. Bd. X p. 484.

Haematococcus vertragen viel tiefere Temperaturen<sup>1)</sup>, ebenso leiden die in Eis eingeschlossenen Ulothrixfäden nicht<sup>2)</sup>. Botrydium-Schwärmer hören, wie schon erwähnt wurde, sich zu bewegen auf, wenn die Temperatur kaum bis 6° C. gesunken ist, setzen sich aber alsbald wieder in Bewegung, wenn die Temperatur steigt. Eben so empfindlich fand ich gegen sinkende Temperatur die Schwärmer der von mir untersuchten Mittelmeeralgen; sehr bald wurde ihre Bewegung stark verlangsamt und schon bei mehreren Graden Wärme sistirt. Anders dürften sich, den Angaben Kjellmann's<sup>3)</sup> zufolge, die bei Spitzbergen wachsenden Meeresalgen verhalten, denn er fand deren Schwärmer in lebhafter Bildung und wie er annehmen muss, auch in Entleerung begriffen, zu einer Zeit, da die Meerestemperatur zwischen — 1,5 bis — 1,8° C. schwankte.

## VI. Verhalten der photometrischen Schwärmer anderweitigen Einflüssen gegenüber.

Es musste mir auffallen, dass die Haematococcus-Schwärmer, die ich in meinen feuchten Kammern in's Dunkle brachte, dort ihre photometrische Stimmung veränderten. Sie mochten noch so lichtscheu gewesen sein, nach etwa 12 Stunden eilten sie fast alle der Lichtseite des Tropfens zu. Dieses Resultat war um so überraschender, als es im Widerspruch mit den Ergebnissen in grösseren Gefässen stand. Schwärmer, die in solchen Gefässen in's Dunkle gebracht wurden, veränderten, wie schon früher gesagt, ihre Stimmung nicht. Die Ursache dieser Erscheinung musste also in den besonderen Bedingungen der Präparate liegen. Zweifellos wurde mir letzteres, als ich ähnliche Präparate in grösseren feuchten Kammern im Lichte stehen liess, und nun fand, dass auch da die photometrische Eigenschaft der Schwärmer sich in gleichem Sinne modificirte. Es wurden nun mannigfaltige Versuche angestellt, um die Ursache des genannten Einflusses festzustellen, und im Resultate zeigte es sich, dass es die mangelhafte Durchlüftung ist, welche die photometrische Stimmung der Schwärmer auf höhere Helligkeitsmaasse steigert. Wurden nunmehr die

<sup>1)</sup> Cohn, Nova Acta p. 720.

<sup>2)</sup> Dodel-Port. l. c.

<sup>3)</sup> Vergl. das Referat Bot. Zeitung 1875. p. 771.

durchfeuchteten Papprahmen auf Fliedermarkfüsschen gestellt, so veränderten die Schwärmer der suspendirten Tropfen ihre Stimmung im Dunkeln nicht mehr. Wurden dieselben Vorsichtsmaassregeln bei den im Lichte aufgestellten Präparaten angewandt, so fielen auch hier die beobachteten Veränderungen der Lichtstimmung bei den Schwärmern hinweg. Nun erklärten sich mir auch die Widersprüche, die sich aus der Beobachtung einzelner der im Dunkeln gehaltenen Präparate ergeben hatten; die Umstimmung der Schwärmer in diesen Präparaten war nämlich um so vollständiger gewesen, je besser das Deckglas mit seinen Rändern dem durchfeuchteten Papprahmen adhärirte. War diese Adhäsion eine mangelhafte, so konnte gelegentlich die Umstimmung der Schwärmer auch ganz unterbleiben.

Eine bedeutende Temperaturerniedrigung konnte aber die Lichtstimmung selbst auch solcher, durch mangelhaften Luftzutritt beeinflusster Haematococcus-Schwärmer herabdrücken bis zu dem Grade, dass sie sich auf der Schattenseite des Tropfens sammelten. Durch Einfluss sehr hoher Lichtintensitäten, also etwa des directen Sonnenlichtes, gelang dies nur so lange, als die Umstimmung der Schwärmer durch Luftmangel nicht ein zu hohes Maass erreicht hatte.

Ich versuchte dann auch die in den Tropfen beobachteten Erscheinungen in grösseren Gefässen nachzuahmen, indem ich diese vollständig mit schwärmerhaltiger Flüssigkeit füllte und dann gegen Luftzutritt abschloss. In's Dunkle gebracht, zeigten solche Gefässe, wenn mit dem Pfropfen nach oben gestellt, bald gleichförmige Ansammlungen der Schwärmer um den Pfropfen; wenn mit dem Pfropfen nach unten gestellt, Ansammlung unterhalb des nach oben gekehrten Bodens. Im letzteren Falle waren aber auch gleichzeitig kleine Luftbläschen hier nachzuweisen, und darnach die Vermuthung nahe, dass die Schwärmer denselben gefolgt waren. Um das Eindringen der Luft in die Gefässe bei Zusammenziehung der Flüssigkeit in Folge der Nachts eintretenden Temperaturerniedrigung zu verhindern, hätte ich die Gefässe ganz gleichmässiger Temperatur aussetzen müssen; ich fand es einfacher die Flüssigkeit mit Olivenöl abzuschliessen, einen Verschluss somit herzustellen, welcher den Volumenänderungen der abgeschlossenen Wassermasse folgen konnte. Das Resultat war, dass jetzt die Schwärmer im Dunkeln gleichmässig in dem Wasser vertheilt blieben, dass sie aber dem Lichte ausgesetzt, sich an dem oberen positiven Rande sammelten. Wird ein mit schwärmerhaltiger Flüssigkeit ganz an-

gefülltes und mit Glas- oder Kork-Pfropf gesperrtes Gefäss in's Licht gesetzt, so sammeln sich die Schwärmer, so wie zuvor für die Versuche im Dunkeln beschrieben wurde, um den Pfropfen, oder bei Umkehr des Gefässes, zusammen mit den Gasblasen, an dem nach oben schauenden Gefässboden, nur dass jetzt bei der Ansammlung augenscheinlich die Lichtseite des Gefässes bevorzugt wird.

Will man die Schwärmer auf ihre Lichtstimmung prüfen, so darf es somit nicht in fest verschlossenen, mit Wasser ganz angefüllten Gefässen geschehen; daher ich denn auch fand, dass, wenn ich, nach Nägeli's<sup>1)</sup> Vorbild, in langen, mit Wasser angefüllten Glasröhren mit lichtscheuen photometrischen Schwärmern experimentirte, diese alsbald in denselben alle lichthold wurden.

In so verschlossenen Gefässen findet man auch die Schwärmer, nachdem sie den beschriebenen Stimmungswechsel durchgemacht, am zweiten, spätestens am dritten Tage, sämmtlich asphyxiirt am Boden liegen. Dasselbe kann man in den suspendirten Tropfen erreichen, wenn man eine Kammer aus Glas anstatt einer solchen aus Pappe benutzt und den Verschluss am Deckglasrande mit Olivenöl luftdicht herstellt. Schon am zweiten Tage findet man an der unteren Fläche des Tropfens liegend, sehr viele Leichen, spätestens am vierten Tage sind auch hier alle Schwärmer todt.

Bei mässigem Luftmangel, wie ihn etwa die im Lichte gehaltenen Tropfen in Pappkammern zu erleiden haben, können die Schwärmer, wenn auch in beschränkterem Maasse, sich immerhin zur Ruhe setzen, bei starkem Luftmangel ist ihnen das nicht möglich, sie schwärmen, bis sie zu Grunde gehen, fort.

Andere Versuche, die Lichtstimmung der photometrischen Schwärmer künstlich zu beeinflussen, blieben ohne Resultat. Einleiten atmosphärischer Luft hat nur dann eine Wirkung, wenn die Lichtstimmung der zum Experiment gewählten Schwärmer durch Luftmangel beeinflusst war.

Präparate, in welchen die Schwärmer durch Luftmangel positiv wurden, können oft schon durch wiederholtes Emporheben und Schwenken des Deckglases negativ gemacht werden. Bei Schwärmern, deren Stimmung nicht durch Luftmangel bedingt ist, bleibt aber auch stundenlanges Einleiten von Luft ohne Einfluss. Ebenso wenig verändert das Einleiten geringer Mengen Kohlensäure die photometrischen Eigenschaften, durch grössere Mengen Kohlensäure werden die Schwärmer getödtet.

<sup>1)</sup> l. c. p. 102.



Bei mangelhafter Ernährung, soweit diese nicht durch schlechte Durchlüftung veranlasst wird, behalten die Schwärmer ihre Lichtstimmung unverändert bei, allein sie kommen nur schwer zur Ruhe. Daher wohl auch ihr, in dieser Beziehung extremes Verhalten im Dunkeln, wo sie nicht assimiliren können.

Gegen destillirtes Wasser sind die Schwärmer sehr empfindlich, dasselbe darf nur nach und nach vorsichtig zugesetzt werden, bleibt aber auf die Lichtstimmung ohne Einfluss, auch wenn man die Schwärmer hierauf in's Dunkle setzt um eine anhaltende Wirkung zu erzielen. Bei raschem Zusatz destillirten Wassers werden die Schwärmer alsbald getödtet. Eine voraussichtliche Förderung der Ernährung durch Zusatz von Nährstofflösungen bleibt auch auf die Lichtstimmung ohne Wirkung. — Morphium, Strychnin, Curare tödten rasch die Schwärmer ohne ihre photometrische Stimmung beeinflusst zu haben. Höchst empfindlich sind die Schwärmer gegen die geringsten Spuren von Chloroform und von Osmiumsäure, sie gehen unter deren Einfluss sofort zu Grunde. Nach Zusatz von einem Tausendstel Salicylsäure bleiben sie auch nur kurze Zeit am Leben.

---

## VII. Wirkung der Strömungen auf die Vertheilung der Schwärmer in grösseren Gefässen.

Hier habe ich den Angaben von Sachs nichts hinzuzufügen. Zunächst musste ich constatiren, dass auch in Gefässen die mit dunklen Recipienten bedeckt werden, einseitige Ansammlungen der Schwärmer stattfinden, wenn die Temperatur der Umgebung auf einer Seite geringer als auf der andern ist. Es gelang mir auch mit Hülfe eines warmen und eines kalten Gefässes Ansammlungen quer zur Richtung des einfallenden Lichtes zu veranlassen, doch musste dieses nur schwach und die Schwärmer sehr träge sein. In Präparaten konnte ich solche, nach der Temperaturvertheilung sich richtende Ansammlungen überhaupt nur erhalten, wenn ich das Object mit einem dunklen Recipienten bedeckte, sonst nahm, selbst bei sehr schwach gestimmten Schwärmern, die Lichtwirkung die Oberhand. Wie Sachs zeigte, sind die Figuren in Gestalt von Tupfen, Netzen, Strahlen, Bäumchen, welche von Schwärmern in grösseren Gefässen gebildet werden, ein Ausdruck der vorhandenen Strömungen; polarisirt werden diese Figuren aber durch ungleichmässige Temperatur der Umgebung. Das Licht hat aber oft, wie



ich noch hinzufügen kann, insofern einen Einfluss auf den Habitus dieser Bilder, als es die Schwärmer vorwiegend nach einer bestimmten Seite des Gefässes führt, und somit nur an dieser Seite die Ströme durch die Schwärmer gekennzeichnet werden. Im Allgemeinen wird, soweit die Gefässe dem Lichte exponirt sind, ein Antagonismus herrschen zwischen den Wirkungen desselben und dem Bestreben der Ströme die Schwärmer passiv mitzuführen. Je stärker die Schwärmer auf das Licht reagiren um so weniger wird die Wirkung der Strömung zum Ausdruck kommen und je mächtiger die Strömung, je schwächer die Reaction der Schwärmer auf Licht, um so reiner werden die Strömungsfiguren auftreten. Ich sah sie am schönsten bei *Haematococcus*, aber erst in älteren Culturen, namentlich wenn in Folge mangelhafter Ernährung und mangelhafter Durchlüftung die Energie der Schwärmer gesunken war. In meinen suspendirten Tropfen sah ich niemals Strömungsfiguren sich bilden.

## VIII. Anhang.

### A. Bewegungserscheinungen bei Desmidiaceen.

In Braun's „Verjüngung“<sup>1)</sup> finde ich folgende Angabe: „*Pennium curtum* ist dadurch merkwürdig dass es die den Desmidiaceen eigenthümliche Bewegung regelmässiger und lebhafter zeigt, als die übrigen Glieder der Familie, eine Bewegung, welche von derjenigen der Diatomaceen sehr verschieden ist. Es ist ein wunderbarer Anblick, wie sich in einer Wasserschüssel alle Individuen in kurzer Zeit mit ihrer Längsachse gegen das Licht richten und sich dadurch innerhalb der Gallertmasse in schöne Streifen ordnen. Die Beobachtung unter dem Mikroskop zeigt, dass sich dabei die jüngere Hälfte der Zelle, die noch längere Zeit nach der Theilung als solche unterscheidbar bleibt, dem Lichte zukehrt.“

Die sonstigen Bedingungen dieses Verhaltens sind noch nicht erforscht, Uebereinstimmungen mit den phototaktischen Schwärmern in dieser Beziehung wohl zu erwarten. Merkwürdig und im gewissen Sinne für die möglichen Wirkungen des Lichtes höchst belehrend ist, dass auch hier eine bestimmte Stellung zu der Richtung der einfallenden Strahlen genommen wird.

<sup>1)</sup> p. 217. 1851.

### B. Lichtwärts sich bewegende Chlorophyllkörner.

Franck, der dieses Verhalten entdeckte <sup>1)</sup>, hob bereits hervor, dass es mit der lichtwärts gerichteten Bewegung der freilebenden Organismen zu vergleichen sei. In den von ihm beobachteten Fällen sammelten sich die Chlorophyllkörner respective das dieselben führende Protoplasma, sowohl im diffusen Himmelslichte, als auch im directen Sonnenlichte an der stärkst beleuchteten Seite der Zellwand. Das von Franck beobachtete Verhalten könnte somit entweder demjenigen der phototaktisch-aphotometrischen Schwärmer (*Botrydium*) oder auch demjenigen der auf höchste Lichtintensitäten gestimmten phototaktisch-photometrischen Schwärmer entsprechen. Ob einer dieser Vergleiche das Richtige trifft, darüber werden spätere Untersuchungen zu entscheiden haben.

Individuelle Differenzen wie sie Schwärmer zeigen, machten sich auch hier an dem Inhalte der einzelnen Zellen geltend, so zwar, dass die einen weniger lebhaft als die andern reagierten.

Auf eine Verwandtschaft der an Chlorophyllkörnern und Schwärmern beobachteten Bewegungserscheinungen würde der Umstand hindeuten, dass es auch hier die von Kupferoxydammoniaklösung nicht absorbirten Strahlen sind, die sich als die activen erweisen. Freilich wird als Differenz von Franck hervorgehoben, dass hier rothes Licht, wenn auch nur schwach, in gleicher Richtung wie das blaue wirke.

Franck betont mit Recht, dass das lichtwärts gerichtete Streben der Chlorophyllkörner nicht mit jenen anderweitigen Lagerungsveränderungen der Chlorophyllkörner, die sich nach morphologisch bestimmten Punkten der Zelle richten, zu identificiren sei. Es werden diese morphologisch bestimmten Ortsbewegungen durch Wechsel von Hell und Dunkel veranlasst, und orientiren sich die Chlorophyllkörner ganz unabhängig von der jeweiligen Stellung der Zelle zur „Richtung der Lichtstrahlen“ <sup>2)</sup>. Im Allgemeinen lagern sich da die Chlorophyllkörner im Lichte an den freien, im Dunkeln an den mit anderen Zellen in Verbindung stehenden Stellen der Zellwand. Franck spricht im ersten Falle von Epistrophe, im zweiten von Apostrophe <sup>3)</sup>.

Die Bewegungsrichtung der Plasmamassen hat hier also mit

<sup>1)</sup> Bot. Zeitung 1871. Sp. 209.

<sup>2)</sup> Vergl. Franck l. c. Sp. 209 und Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. VIII p. 217. 1872.

<sup>3)</sup> l. c. p. 291.

derjenigen der phototaktischen Schwärmer nichts gemein; nichtsdestoweniger schien es mir wichtig hervorzuheben, dass auch in diesem Falle das Licht die Erscheinung auslöst und dass es, nach Borodin, wieder die stärker brechbaren Strahlen sind, denen diese Arbeit zufällt.

Auch behauptet Borodin, dass im directen Sonnenlichte die Chlorophyllkörner in die Apostrophe (die Dunkelstellung) eintreten. Für einige Pflanzen scheint dies, seiner Beschreibung nach, jedenfalls der Fall zu sein<sup>1)</sup>, für andere, den Angaben Franck's nach zu urtheilen, jedenfalls nicht<sup>2)</sup>. — Individuelle Unterschiede sollen sich in diesem Verhalten auch stark geltend machen<sup>3)</sup>, ebenso Differenzen auf verschiedenen Entwicklungsstadien, so zwar dass sich aus einer zur Jugendzeit herrschenden, im Allgemeinen indifferenten Vertheilung des Chlorophyll führenden Protoplasmas allmählich die Epistrophe herstellt, welche sich während der Dauer der Entwicklungshöhe der Zelle erhält, aber unwiederbringlich schwindet und in Apostrophe übergeht, wenn die Zelle in die Senescenz eintritt.

#### C. Wirkung des Lichtes auf die Plasmodien der Myxomyceten.

Die von Baranetzki<sup>4)</sup> untersuchten Plasmodien von *Aethalium septicum* und *Didymium* sp. zeigten sich, wie er es nennt, ausgeprägt „negativ heliotropisch“. Sie flohen das Licht in allen seinen Versuchen, und zwar das Sonnenlicht stärker als das diffuse Himmelslicht. Auch wirkten auf dieselben nur wieder die stärker brechbaren Strahlen, während die minder brechbaren sich ihnen gegenüber wie Dunkelheit verhielten.

Sowohl Hofmeister<sup>5)</sup> wie Baranetzki bemerken, dass die im Dunkeln gezogenen Plasmodien viel weiter und verzweigter, im Lichte viel dicker und gedrungener werden. Die Plasmodien von *Aethalium septicum* erkranken wenn sie dem Lichte längere Zeit ausgesetzt bleiben.

Ob alle Plasmodien das Licht in derselben Weise fliehen wie

---

<sup>1)</sup> Bulletin de l'Acad. imp. d. sc. d. St. Petersb. 1869 p. 571 u. andere. Vergl. aber auch Franck, Jahrb. f. wiss. Bot. VIII. p. 302.

<sup>2)</sup> l. c. p. 254.

<sup>3)</sup> Franck, Jahrb. p. 256.

<sup>4)</sup> Mem. de la soc. nat. des sc. nat. de Cherbourg Tome XIX p. 321. 1876.

<sup>5)</sup> Pflanzenzelle p. 21.

die von Baranetzki untersuchten, muss dahingestellt bleiben, so lange eine anders lautende Stelle bei Hofmeister: dass nämlich dünnflüssige Plasmodien, wenigstens auf bestimmten Entwicklungszuständen, sich vorzugsweise nach der Seite stärkster Beleuchtung hin bewegen<sup>1)</sup>, nicht beseitigt ist. Auch ist ja bekannt, dass die Plasmodien von *Aethalium septicum* auf die Oberfläche des Substrates kriechen, wenn sie sich zur Fructification anschicken, und nur im Lichte die Sporangien bilden können. Nach dem was ich über den Wechsel der Lichtstimmung bei phototaktisch-photometrischen Schwärmern bereits wusste, war es mir leichter anzunehmen dass auch die Plasmodien von *Aethalium* beim Reifen lichtholder werden<sup>2)</sup>, als der Deutung von Baranetzki mich anzuschliessen, der zufolge sich die innere Plasmamasse der Plasmodien beim Reifen, vermittelt ihres negativen Geotropismus, im Schutze der erstarrenden, das Licht abschliessenden äussern Plasmamasse, dieselbe vor sich ausbuchtend, aufwärts bewegen sollte<sup>3)</sup>.

Auf meine Veranlassung stellte Herr Stud. Schleicher einige Versuche im hiesigen botanischen Institute an, um die Lichtstimmung der Plasmodien von *Aethalium* zu prüfen. Diese Versuche sollen später in extenso mitgeteilt werden, jetzt so viel, dass es gelang die Plasmodien auf die Oberfläche der Gerberlohe hervorzulocken in einem Lichte, welches eben noch das Lesen grober Schrift gestattete. Steigerung der Lichtintensität hatte ein Sichzurückziehen der Plasmodien in das Substrat zur Folge. Der Versuch konnte beliebig oft mit dem gleichen Resultat wiederholt werden, schickten sich die Plasmodien aber zur Fructification an, so kamen sie auch im vollen Tageslichte an die Oberfläche.

Die erste Reihe der Versuche hatte somit gezeigt, dass die Plasmodien des *Aethalium septicum* auf ein Licht bestimmter und zwar sehr geringer Intensität gestimmt sind und dass sie dieses Licht aufsuchen, dass sie sich somit gewissen photometrischen Schwärmern hierin ähnlich verhalten.

Es frug sich weiter, ob das Hervortreten reifender Plasmodien im vollen Tageslicht auf die Oberfläche, der Wirkung der Schwerkraft, oder einer Aenderung der Lichtstimmung zuzuschreiben sei. Letzteres musste mir, wie schon gesagt, von vorn herein wahrscheinlicher erscheinen, blieb schliesslich als einzige Erklärung

<sup>1)</sup> Pflanzenzelle p. 20, 21.

<sup>2)</sup> Vergl. auch Sachs, Lehrb. IV. Aufl. p. 721.

<sup>3)</sup> l. c. p. 343 u. ff.

rung übrig, als es sich zeigte, dass die Plasmodien von *Aethalium septicum* überhaupt nicht „negativ geotropisch“ sind. Die zahlreich angestellten Versuche zeigten nämlich, dass die von Rosanoff<sup>1)</sup> dem negativen Geotropismus zugeschriebenen Bewegungen durch die Richtung des zugeführten Wasserstromes veranlasst wurden. Die Plasmodien streben dem Wasserstrom entgegen, und es ist leicht sie mit Hilfe desselben in jeder beliebigen Richtung fortschreiten zu lassen. Wurden in der Mitte sorgfältig gereinigter Glasplatten, kleine Plasmodien auf Fliesspapier befestigt und die Glasplatten nun in einem Dampfgesättigten, dunklen Recipienten vertical suspendirt, so breiteten sich die Plasmodien, das Fliesspapier verlassend, in jeder beliebigen Richtung über die Glasplatten aus.

#### D. Heliotropismus.

Die heliotropischen Erscheinungen treten meistens nur an wachsenden Zellen und Zellcomplexen auf. Heliotropismus ohne Wachsthum ist nur als positiver Heliotropismus vielzelliger Organe bekannt<sup>2)</sup>. Für alle Fälle wird er durch Abnehmen des Zellurgors unter Einfluss des Lichtes bedingt, eine Erscheinung, die sicher in erster Linie dem Einfluss des Lichtes auf das Protoplasma zuzuschreiben ist<sup>3)</sup>.

Die heliotropischen Erscheinungen lassen sich trotzdem nicht direct mit den von mir als phototaktische bezeichneten vergleichen; denn es handelt sich, so scheint es sicher, bei heliotropischen Vorgängen nicht um Ortsveränderungen des Protoplasma, vielmehr um die Aenderungen der osmotischen Leistungen desselben, die eine Aenderung des Zellurgors und damit zusammenhängende Krümmungserscheinungen an den betreffenden Zellen oder Zellcomplexen nach sich ziehen.

Auch scheinen es, neueren Untersuchungen Wiesner's zufolge, nicht ganz dieselben Strahlengruppen im Spectrum zu sein, welche die höchsten heliotropischen Wirkungen einerseits und die höchsten photometrischen Wirkungen andererseits auslösen. Wäh-

<sup>1)</sup> Mem. d. l. soc. des sc. nat. de Cherbourg Tome XIV p. 149.

<sup>2)</sup> Pfeffer, die periodischen Bewegungen der Blattorgane 1875 p. 63—64. Osmotische Untersuchungen 1877, p. 208.

<sup>3)</sup> Pfeffer, Bot. Zeitung 1876 p. 77. Osmotische Untersuchungen 1877 p. 208, wo aber Pfeffer den Heliotropismus einzelner Objecte dem Einflusse des Lichtes auf die Zellwand zuschreibt; dagegen Sydney H. Vines, Arbeiten des bot. Instituts in Würzburg Bd. II p. 144. 1878.

rend ich nämlich, als auf photometrische Schwärmer allein wirksam, das blaue und violette Licht, mit einer beiderseitigen Steigerung gegen die Linie G erkannte, schreibt mir Wiesner<sup>1)</sup>, dass nach den von ihm angestellten Versuchen sich gar nicht mehr daran zweifeln lässt, dass das Maximum der Wirkung für heliotropische Krümmungen an der Grenze von Violett und Ultraviolett, ein zweites kleineres Maximum im Ultraroth liegt<sup>2)</sup>. „Von beiden Maximis an nimmt die Fähigkeit der Strahlen, Heliotropismus hervorzurufen, allmählig bis Gelb ab. Heliotropisch wenig empfindliche Pflanzentheile werden durch orange oder durch rothe und grüne, ja selbst durch ultraroth Strahlen gar nicht mehr beeinflusst. Die gelben Strahlen hemmen geradezu den Heliotropismus, indem z. B. in reinem Roth rascher und stärker Heliotropismus eintritt, als in einem Lichte, welches ausser Roth noch Gelb enthält<sup>3)</sup>.“ — Nehme ich nun auch an, dass sich meine phototaktischen Schwärmer wie heliotropisch wenig empfindliche Pflanzentheile verhalten, oder richtiger, dass bei ihnen, ihrer relativ kräftigen Eigenbewegung wegen, nur die stärkst wirksamen Strahlen richtend zur Geltung kommen<sup>4)</sup>, so bleibt doch immer noch die freilich vielleicht nicht eben erhebliche Differenz übrig, dass das Maximum der Wirkung für heliotropische Objecte nach dem ultravioletten Ende des Spectrums verschoben erscheint.

Für alle Fälle zeigen schon und werden noch heliotropische und phototaktische Objecte manche Uebereinstimmung zeigen, da die wirksame Rolle in beiden dem Protoplasma zufällt. Sicher aus dem gleichen Grunde haben sogar heliotropische und geotropische Vorgänge so viel Vergleichungspunkte ergeben.

Nicht unwichtig für den Vergleich des Heliotropismus und der Phototaxis scheint mir zunächst schon die von Wiesner auf-

<sup>1)</sup> D. 18. Mai 1878, nunmehr auch veröffentlicht in den Sitzungsber. der Wiener Akad. 1878, p. 137.

<sup>2)</sup> Aehnlich gab schon Guillemin, Ann. d. sc. nat. Bot. IV<sup>me</sup> ser. T. VII, p. 171, 1857, zwei Maxima für die heliotropischen Wirkungen an, das eine in den stärker als das Violett, das andere in den schwächer als das Roth gebrochenen Strahlen.

<sup>3)</sup> Sitzungsber. p. 138 u. 139.

<sup>4)</sup> Ist dieser Gedanke richtig, so würde auch der Unterschied gegen die lichtwärts sich bewegenden Chlorophyllkörner, die auch noch auf rothes Licht schwach reagiren sollen, sich verwischen können. Es ist nämlich in der That bei der letzten Art der Objecte so auch bei den heliotropischen eine Summirung schwacher Lichtwirkungen möglich, die bei den mit verhältnissmässig kräftiger Eigenbewegung begabten Schwärmern wegfällt.

gefundene Thatsache, dass es ein Optimum der Lichtstärke auch für heliotropische Effecte giebt <sup>1)</sup>. Vielleicht wäre die von mir bei Schwärmern beobachtete „Aenderung der Lichtstimmung“ auch geeignet Anknüpfungspunkte zur Beurtheilung des im Alter möglichen Uebergangs des positiven in den negativen Heliotropismus zu liefern.

## IX. Zusammenstellung einiger Resultate.

Die Bewegungsrichtung gewisser Schwärmer wird vom Lichte beeinflusst, ich nenne diese Schwärmer phototaktisch.

Die Wirkung ist nur an das Protoplasma als solches, nicht an das Vorhandensein eines bestimmten Farbstoffes gebunden, denn auch farblose Schwärmer können wie gefärbte reagiren.

Die auf Licht reagirenden Schwärmer bewegen sich in der Richtung des Lichteinfalls und zwar:

entweder constant nur in der Richtung der Lichtquelle, auch wenn die Lichtstärke in dieser Richtung abnimmt: solche Schwärmer sollen aphotometrische heissen;

oder dem Lichtabfalle folgend, in der Richtung steigender oder sinkender Intensität: solche Schwärmer nenne ich photometrische.

In anderer Richtung als derjenigen des Lichteinfalls ist eine Bewegung nicht möglich, auch wenn die Intensität der Beleuchtung in anderer Richtung steigt oder sinkt.

Die blauen indigofarbigen und violetten Strahlen sind allein auf die phototaktischen Schwärmer von Einfluss und liegt das Maximum der Wirkung im Indigo.

Dagegen wird durch die gelben und nächst verwandten Strahlen hinreichender Intensität eine zitternde Bewegung gewisser phototaktischer Schwärmer veranlasst.

Bei plötzlichem Helligkeitswechsel zeigen viele phototaktische Schwärmer Nachwirkungen, indem sie die durch vorausgegangene Helligkeitsgrade inducirte Bewegungsrichtung noch eine kurze Weile beibehalten.

Die grösseren Bryopsis-Schwärmer zeigen Nachwirkungen nur bei plötzlicher Verminderung der Lichtintensität, bei plötzlicher

---

<sup>1)</sup> l. c. p. 137, 138.



Steigerung derselben erfahren sie eine Erschütterung, die sie für eine Weile aus ihren Bahnen bringt.

Botrydium-Schwärmer zeigen weder bei plötzlicher Steigerung noch bei plötzlicher Verminderung der Helligkeit Nachwirkungen, wohl aber werden sie erschüttert bei plötzlicher Abdämpfung des Lichtes.

Die Ulven lassen weder Nachwirkungen noch Erschütterungen an ihren Schwärmern beobachten.

Steigerung der Lichtintensität ruft in den phototaktischen Schwärmern meist eine Neigung zum Festsetzen hervor; besonders wirkt in dieser Weise directes Sonnenlicht; Verminderung der Lichtintensität erhöht deren Beweglichkeit.

Die Schnelligkeit der Bewegung wird durch das Licht nicht beeinflusst, doch bewegen sich die Schwärmer je grösser die Lichtintensität ist, in um so geraderen Bahnen.

Im Allgemeinen bewegen sich ausserdem die kleinern Schwärmer gerader, als die grösseren, die grössten haben sich vermöge der bedeutenden Eigenkraft ihrer Bewegung, in bedeutendem Maasse, oder selbst auch vollständig, von dem richtenden Lichteinflusse emancipirt. Doch giebt es auch kleine Schwärmer, die relativ nur schwach oder die auch gar nicht vom Lichte beeinflusst werden.

Im Dunkeln können sich die phototaktischen Schwärmer nicht zur Ruhe setzen, es sei denn dass sie geschlechtlich differenzirt sind und in der Bildung der Geschlechtsproducte aufgehen. Sonst fahren die Schwärmer fort sich zu bewegen bis sie zu Grunde gehen.

Die Lichtstimmung der Schwärmer wird im Dunkeln nicht verändert, sie bleiben dort auch bis zum Tode lichtempfindlich.

An den aus dem Dunkeln in's Licht gebrachten Schwärmern, die auch sonst Nachwirkungen zeigen, ist eine solche in gleichem Sinne wie sonst bei plötzlicher Steigerung der Helligkeit zu beobachten.

Im Allgemeinen verändern die photometrischen Schwärmer ihre Lichtstimmung im Laufe ihrer Entwicklung, so zwar dass sie in der Jugend auf höhere Intensitäten als im Alter gestimmt erscheinen.

Ausserdem zeigen auch solche Schwärmer fortwährend schwache Oscillationen der Lichtstimmung, manche in auffallenderem, andere in kaum merklichem Maasse.

Abgesehen von der Stimmungsänderung während der Entwicklung, zeigen sich auch unmittelbar ganze Culturen auf relativ höhere oder geringere Lichtmaasse gestimmt. Es scheinen in die-

sem Verhalten Anpassungen an mittlere Helligkeitsmaasse der Ursprungsorte vorzuliegen. In geringem Maasse erfolgt eine solche Anpassung auch an die mittlere Lichtintensität des jedesmaligen Ortes, an dem eine Cultur angelegt worden ist.

Die Wärme übt meist einen Einfluss auf die photometrische Stimmung der Schwärmer.

Durch steigende Temperatur werden sie im Allgemeinen lichtholder, durch sinkende lichtscheuer gemacht.

Auch hier scheint innerhalb gewisser Grenzen eine Anpassung an die mittlere Temperatur des jeweiligen Culturortes möglich zu sein, so dass bei einer gegebenen Helligkeit die an wärmeren Orten gezogenen Schwärmer bei sinkender Temperatur früher negativ werden als die an kälteren Orten gezogenen, umgekehrt bei steigender Temperatur die letzteren früher positiv als die ersteren.

Mangelhafte Durchlüftung der Culturen stimmt die photometrischen Schwärmer auf höhere Lichtintensitäten.

Schlechte Ernährung erschwert den Uebergang der Schwärmer in den Ruhezustand, ohne deren Lichtstimmung zu beeinflussen.

Durch andere als die genannten Mittel gelang es mir bis jetzt nicht die Lichtstimmung der Schwärmer zu ändern.

# Aus den Handschriften Karl Linsser's.

Herausgegeben von

**Friedrich Roth.**

---

## Vorbemerkung des Herausgebers.

Karl Linsser, der verstorbene Assistent der Sternwarte zu Pulkowa, hatte am 28. März 1867 der Petersburger Akademie eine Abhandlung überreicht mit der Ueberschrift: „Die periodischen Erscheinungen des Pflanzenlebens in ihrem Verhältniss zu den Wärmeerscheinungen.“ In dieser Schrift, über deren Inhalt ein kurzer sachgemässer Bericht in dem von Dr. Wilhelm Sklarek zu Berlin herausgegebenen „Naturforscher“, 1. Band 1868, Seite 21 u. 22, gegeben worden ist, hatte der Verfasser die von dem Direktor der Brüsseler Sternwarte, Herrn Professor Quetelet, veröffentlichte Sammlung phänologischer Beobachtungen einer gründlichen Bearbeitung unterzogen und daraus, sowie mit Zuhülfenahme einiger nördlicheren Beobachtungsreihen gewisse Gesetze hergeleitet, durch welche die Zeit der verschiedenen Abschnitte der Pflanzenentwicklung in ihrer Abhängigkeit von den Wärmeverhältnissen des Standortes bedingt wird. Diese drückt der Verfasser fast wörtlich folgendermaassen aus:

1) Die an zwei verschiedenen Orten den gleichen Vegetationsphasen zugehörigen Summen von durchschnittlichen Tagestemperaturen über  $0^{\circ}$  sind proportional den Summen aller eben solcher Temperaturen, welche einem jeden der beiden Orte innerhalb eines ganzen Jahres zukommen.

2) Es sind die Geschwindigkeiten der Entwicklung gleich den einwirkenden Temperaturen, dividirt durch die gewohnten jährlichen Wärmesummen der Mutterpflanzen.

3) Im Norden erzeugte Pflanzen, nach Süden versetzt, eilen den hier erzeugten vor, südliche Pflanzen, nach Norden versetzt, bleiben hinter den hier erzeugten zurück.

4) Im Gebirge erzeugte Pflanzen, in die wärmere Ebene versetzt, eilen den hier erzeugten vor; in der Ebene erzeugte Pflanzen, in's kältere Gebirge versetzt, bleiben hinter den hier erzeugten zurück.

Nachdem die genannte Abhandlung in dem Archiv für wissenschaftliche Kunde von Russland, Band XXV, Seite 555 — 619, durch Herrn Professor Erman abgedruckt worden war, erschien zur Besprechung derselben in dem Januarheft des Jahrganges 1869 der von Prof. Gustav Heyer in Münden herausgegebenen „allgemeinen Forst- und Jagdzeitung“, Seite 24 ff. ein mit . . . . . n unterzeichneter Aufsatz, auf welchen Karl Linsser im Januar 1869 die nachfolgende Erwiderung entwarf, die zwar in etwas anderer Gestalt im nächsten Juniheft derselben Zeitschrift veröffentlicht worden, aber wegen der geringen Verbreitung dieses Blattes in eigentlich wissenschaftlichen Kreisen den meisten Pflanzenkundigen unbekannt geblieben ist. Da nun die in derselben niedergelegten Ansichten für die Erkennung des Zusammenhanges zwischen Wärme und Pflanzenleben überhaupt von hoher Wichtigkeit sind, in der Jetztzeit aber eine ganz besondere Bedeutung erlangt haben, und da ausserdem ein äusserst fruchtbarer Gedanke, den ich unten in Anmerkung 9 näher ausführen werde, in der letzten Umarbeitung von dem Verfasser merkwürdiger Weise weggelassen worden ist, so dürfte es doch wohl der Mühe lohnen, jenes Schriftstück noch einmal der wissenschaftlichen Welt darzubieten.

Es wird vielfach angenommen, dass der verhältnissmässige Reichthum des sommerlichen Pflanzenwuchses im hohen Norden durch die mit höherer Breite zunehmende Tageslänge und die daraus sich ergebende stärkere Lichtwirkung zu erklären sei. Dieser Meinung nun sucht Linsser in der vorliegenden Handschrift entgegen zu treten, indem er die Behauptung aufstellt, dass die Pflanze in sich die Fähigkeit habe, ihre Bedürfnisse den Umständen gemäss einzurichten, d. h. im Laufe der Generationen den ungewohnten Verhältnissen eines neuen Standortes sich anzupassen und die erworbenen Eigenschaften auf ihre Nachkommen zu vererben. Er vertritt die physiologische Erklärung gegenüber der physikalischen.

Abgesehen von der Bedeutung, welche der Entscheidung dieses Streites an sich zukommt, berühren wir damit zugleich eine andere brennende Tagesfrage der Wissenschaft, nämlich die Lehre von der allmählichen Entwicklung der Schöpfung, den sogenannten Darwinismus. Sowie nach dieser Weltanschauung zwei Kräfte

es sind, die das Hervortreten bestimmter Thiergestalten bedingen, die Vererbung einerseits und die Anpassung andererseits, so werden nach dem Genannten die Pflanzenformen erzeugt einerseits durch das Bestreben, die Eigenschaften der Voreltern zu erhalten und wiederum durch die Fähigkeit, den gegebenen Verhältnissen gemäss ihre Ansprüche zu ändern. Ehe man sich zu dieser Ansicht bekennen kann, muss vorher bewiesen sein, dass die Aenderungen, welche wir thatsächlich in den Bedürfnissen versetzter Pflanzen eintreten sehen, nicht in übersehenen äusseren Bedingungen, sondern in einer inneren Anlage, in einer den Gewächsen innewohnenden Lebenskraft ihren Grund haben. Diesen Nachweis zu führen ist der Hauptzweck des nachfolgenden Entwurfes, und dieser hat deshalb in unserer Zeit, wo kaum Naturforscher zusammenkommen, ohne über die Schöpfungslehre zu streiten, und wo Charles Darwin selbst mit dem Buche, „die Wirkungen der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreich“ die nach ihm benannten Sätze auch auf das zweite Naturreich zu übertragen versucht hat, eine Bedeutung erlangt, die sogar die beiden früheren Abhandlungen desselben Verfassers zurücktreten lässt, für welche doch die K. Akademie der Wissenschaften zu Petersburg einen Platz in ihren Denkschriften eingeräumt hat. Auch ist es wohl unsere Pflicht, durch Veröffentlichung eines vergessenen Schriftstückes festzustellen, dass Karl Linsser das Verdienst gebührt, zuerst, wenn auch unabsichtlich, einer solchen Ausdehnung der Abstammungslehre den Boden geebnet zu haben.

Der Verfasser jenes in der Heyer'schen Zeitschrift enthaltenen Aufsatzes, durch welchen die nachstehende Vertheidigungsschrift hervorgerufen wurde, greift zunächst das Verfahren Linsser's an, wonach dieser immer eine gewisse Anzahl Pflanzen von ungefähr gleicher Blüthezeit zu bestimmten Gruppen vereinigt hatte. Entgegen der unter Mathematikern allgemein herrschenden Ansicht, dass durch das Zusammenfassen einer ganzen Reihe von Beobachtungen der Einfluss des an der einzelnen Thatsache haftenden Fehlers abgeschwächt werde, behauptet er, dass in diesem Falle gerade die Einzelheit Werth habe, und macht darauf aufmerksam, dass nach der fraglichen Anordnung dieselbe Pflanze an verschiedenen Orten verschiedenen Gruppen zugerechnet werden müsse. Freilich konnte er nicht wissen, dass, als diese seine Bemerkungen gedruckt wurden, der damalige Assistent der Pulkowaer Sternwarte eine zweite Abhandlung beendet hatte, in welcher die Berechnung für jede Pflanze gesondert durchgeführt worden war.

Nachdem er dann verschiedene Unregelmässigkeiten des zu Grunde liegenden Beobachtungsmaterials hervorgehoben und in Uebereinstimmung mit Linsser die Abweichungen der Brüsseler Daten einem Beobachtungsfehler zugeschrieben hat, ohne jedoch die streng wissenschaftliche Weise der Fehlerberichtigung, welche der Letztere angewandt, für etwas Anderes als überflüssiges mathematisches Formelwerk zu halten, gibt er selbst eine neue Erklärung für die ungleichmässige Aufeinanderfolge der Blüthezeiten desselben Gewächses an demselben Orte in verschiedenen Jahren, die darin gipfelt, dass eine jede Pflanze bei einer bestimmten Temperatur der Luft und des Bodens aufblüht.

Dagegen stimmt der Verfasser jenes Schriftstückes mit dem Pulkowaer Assistenten in der Verurtheilung der Methode Decandolle's überein, nach welcher für die Beurtheilung der Pflanzenentwicklung nicht die Summen der Temperaturen über  $0^{\circ}$ , sondern die Summen der Temperaturen über einem höher liegenden Nullpunkt, z. B. für die Buche von  $5^{\circ}$  C. aufwärts, zu wählen sind, doch gibt er für die Richtigkeit seiner Ansicht einen neuen sorgfältigen Beweis, indem er einen Gedanken näher ausführt, der in der beurtheilten Abhandlung sich nur flüchtig angedeutet findet.

In dem folgenden Abschnitte bezweifelt der Kritiker, auf Anmerkungen von Prof. Erman fussend, die Richtigkeit des oben unter 1) angeführten Gesetzes, welches sein Urheber den Satz „von den constanten Aliquoten“ zu nennen pflegt, weil nach demselben die zu einer Entwicklungsstufe der Pflanze verbrauchte Wärme ein bestimmter Bruchtheil der gesammten jährlichen Temperatursumme des Standortes ist. Er wendet gegen dasselbe ein, dass viele Fälle damit nicht übereinstimmen, und nennt es eine unbewiesene Hypothese. Er berechnet sich das Verhältniss der beiden Wärmesummen, welche eine gegebene Pflanze ein Mal in Brüssel und das andere Mal in Pulkowa bis zu ihrer Blüthezeit empfängt. Indem er dies für die schon erwähnten Pflanzengruppen durchführt, erhält er folgende Reihe (in welcher wir uns erlaubt haben anstatt des falschen 1,35 das richtige 1,34 zu setzen):

		Pulkowa zu Brüssel	
Gruppe	I	1	: 1,37
„	II	1	: 1,16
„	III	1	: 1,20
„	IV	1	: 1,34
„	V	1	: 1,37
„	VI	1	: 1,61
„	VII	1	: 1,52

Er macht dabei auf die abweichenden Zahlen 1,16 und 1,61 aufmerksam und hebt dieselben durch fetten Druck hervor.

Die Erklärung des zweimaligen Blühens einer Pflanze in günstigen Jahren aus einem Wärmeüberschuss über die gewöhnliche Mitteltemperatur, wie sie Jener gegeben hat, billigt er, macht jedoch dazu die Bemerkung: „Aber dies steht offenbar im Widerspruch mit seiner Hypothese eines constanten und nur aliquoten Theiles der disponiblen Gesamt-Temperatur.“ Im Uebrigen aber äussert er seine Bedenken weniger wegen dieses Satzes selbst, als wegen der Art seiner Begründung, weil in ihr Karl Linsser den Gewächsen die Eigenschaft zuspricht, im Laufe der Generationen den ungewohnten Wärmeverhältnissen eines neuen Standortes bis zu einer Grenze allmählich sich anzupassen. Diesen Standpunkt hält die Beurtheilung auch in den beiden letzten Abschnitten fest, die ganz besonders den Erscheinungen bei der Uebersiedelung von Pflanzenarten aus nördlicheren Gegenden in südlichere, von Gebirgsorten nach der Ebene und umgekehrt gewidmet sind. Als Einleitung dazu wird aus der besprochenen Abhandlung die Beobachtung Bär's mitgetheilt, dass Kresse aus Petersburg, auf Novaja Semlja ausgesät, hier im Juli dreimal so langsam wuchs als zu Petersburg im Mai, und hieran schliesst sich die Erzählung der eben daher entnommenen Thatsache, dass Gerste aus Samen, der vom nördlichen Norwegen bezogen war, in Christiania schneller reifte als die an letzterem Orte einheimische.

Obgleich der Verfasser vorher zugestanden hat, dass „Accommodation dabei unverkennbar“ sei, findet er doch im Widerspruche damit die Erklärung der von Linsser über Pflanzenversetzung aufgestellten Gesetze, deren Richtigkeit er übrigens zugibt, in rein physikalischen Vorgängen, indem er sagt, dass die mangelnde Wärme mehr nördlich und höher gelegener Standorte durch die längere Tagesdauer und stärkere Beleuchtung ausgeglichen werde. Er bezeichnet die Wirkung des Lichtes als das „Complement“ der Wärme, da es sich mit dieser zu der Gesamtsumme der den Pflanzenwuchs beeinflussenden physikalischen Verhältnisse ergänze, und macht im letzten Abschnitte seines Aufsatzes dem Urheber der Lehre von der allmählichen Angewöhnung den Vorwurf, dass er die mit zunehmender Höhe grösser werdende Kraft der Sonnenstrahlen „ganz und gar unterschätze.“ Um seine Behauptung für den Gegensatz von Süd und Nord zu beweisen, führt er einige hohe Tagestemperaturen aus höheren Breiten an und als Vergleich gebraucht er



die bekannte Thatsache, dass das Wasser auf hohen Bergen bei niedrigerer Temperatur siedet als im Tieflande. So wenig das auf einer Angewöhnung beruhe, sondern aus einem rein physikalischen Naturgesetze folge, ebenso müsse die Pflanzenphysiologie die Erscheinung, dass die Gewächse an ungünstigeren Standorten sparsamer auskommen, nur nach dem Begriffe von Ursache und Wirkung nach Art physikalischer Vorgänge zu erklären versuchen.

Darauf hin entwarf nun Karl Linsser die nachstehende Vertheidigungsschrift.

Februar 1878.

**Friedrich Roth.**

---

## **Erwiderung**

(nach dem unreinen Entwurf herausgegeben).

Bevor ich im Nachfolgenden die in dieser <sup>1)</sup> Zeitschrift veröffentlichte Recension meiner Schrift: „Die periodischen Erscheinungen des Pflanzenlebens in ihrem Verhältniss zu den Wärme-Erscheinungen“ (Mémoires de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg, Tome XI, N<sup>o</sup> 7, aus diesen entlehnt und zum zweiten Male zum Abdruck gebracht durch Herrn Professor Erman, im Archiv für wissenschaftliche Kunde von Russland), erörtere, habe ich zunächst mit Bedauern hervorzuheben, dass die Auffassung meiner in obiger Schrift vorgetragenen Theorie von Seiten des Verfassers der Recension eine ganz unrichtige genannt werden muss, und ich bedauere dieses Missverständniss um so mehr, als ihm unmöglich Undeutlichkeit in meiner Darstellung zu Grunde liegen kann, wie einfach daraus hervorgeht, dass mehrere andere, öffentliche Besprechungen meiner Schrift den Irrthum mit der Recension in dieser Zeitschrift nicht gemein haben. Hier also die Ansichten, welche ich auf die aus meiner Bearbeitung hervorgegangenen Resultate gegründet habe, in möglichster Kürze.

Die Diskussion des Beobachtungsmaterials für die Vegetationserscheinungen hat ergeben, dass an zwei verschiedenen Orten gleiche Vegetationsstufen dann erreicht werden, wenn an jedem der beiden Orte derjenige Bruchtheil der mittleren Gesamtwärme, d. h. der ganzen Summe von mittleren Tagestemperaturen oberhalb

---

<sup>1)</sup> In der allgemeinen Forst- und Jagdzeitung, 45. Jahrgang, 1869, Januarheft.

des Eispunktes, welche im Durchschnitte im Jahre vorkommen, der gleiche wird. So beträgt die Gesamtsumme zu Venedig im Mittel  $4000^{\circ}$ , zu Petersburg hingegen  $2000^{\circ}$  in runden Zahlen, und von einer Pflanzenart, die an ersterem Orte bei  $1000^{\circ}$ , also nach Ablauf von  $\frac{1}{4}$  der Gesamtwärme blüht, blühen die zu Petersburg erzeugten Vertreter schon bei  $500^{\circ}$ , d. h. ebenfalls nach Ablauf von  $\frac{1}{4}$  der mittleren Gesamtwärme dieses Ortes. Reift die betrachtete Art zu Venedig ihre Früchte mit  $3000^{\circ}$  oder  $\frac{3}{4}$  der Gesamtwärme ihres Erzeugungsortes, so reift sie dieselben zu Petersburg schon mit  $1500^{\circ}$ , d. h. ebenfalls mit  $\frac{3}{4}$  der Gesamtwärme.

Für alle einzelnen Leistungen bedarf also die Pflanze aus Venedig die doppelte Wärme, wie die von St. Petersburg, und ich behaupte, dass dieses nichts Anderes bedeutet, als dass die Pflanze von Venedig ihre Thätigkeit einrichtet auf jene mittlere, und deshalb ihr gewohnte Wärmesumme von  $4000^{\circ}$ , während die Pflanze von St. Petersburg ihre Thätigkeit einrichten muss auf  $2000^{\circ}$ , um mit der ihr am letzteren Orte im Durchschnitte gebotenen Wärmesumme auszureichen.

Die Pflanzen richten sich also in der Ausführung ihrer Leistungen ein auf den Betrag der mittleren jährlichen Wärmesumme, welche sie gewohnt geworden sind, sie besitzen die Fähigkeit, ihren Lebenscyclus ganz verschiedenen äusseren Wärmeverhältnissen anzupassen, sich zu acclimatisiren.

Versetzt man ein Pflanzenindividuum aus Venedig nach St. Petersburg, so findet es hier anstatt der gewohnt gewordenen  $4000^{\circ}$  seines seitherigen Wohnortes nur die halbe Summe, und während die Individuen von St. Petersburg mit Ablauf der ihnen hier gewohnter Weise gebotenen  $2000^{\circ}$  mit einem Lebenscyclus völlig zu Ende kommen, hat ihn das aus Venedig stammende Individuum erst halb durchlaufen. Versetzt man ein Individuum aus Petersburg nach Venedig, so durchläuft es hier einen Cyclus vollständig mit  $2000^{\circ}$ , die es von seiner seitherigen Heimath aus gewohnt ist, während die Individuen von Venedig erst mit der doppelten Summe eben so weit gelangen; und ganz ebenso wird sich eine Pflanze aus der Ebene zu einer Pflanze des Gebirges verhalten — eine Darstellung der Phänomene der Pflanzenversetzung, wie sie einzig und allein in der Weise gefolgert werden kann, dass wir, wie schon gesagt, die Thatsache, dass zu gleichen Phasen gleiche Aliquoten gehören, als eine Angewöhnung deuten, und die in einzelnen Fällen für Süd und Nord bereits

durch erfahrungsmässige Thatsachen bestätigt wurde, welche vor Erkennung des die Vegetationserscheinungen regelnden einfachen Gesetzes jeder Erklärung spotteten <sup>2)</sup>).

Im Wechsel von günstigen und ungünstigen Jahren erhält nun die oben beispielsweise betrachtete Pflanze Venedigs bald mehr, bald weniger, als jene mittlere und deshalb gewohnte Wärmesumme von 4000°, und sie wird deshalb in solchen Jahren, in welchen ihr 4000° und noch 1000° mehr geboten werden, nicht nur einen ganzen Cychus durchlaufen, sondern einen zweiten beginnen und es bis zu einer zweiten Blüthe im Jahre bringen, und dieselben Beobachtungen gelten für St. Petersburg für solche Jahre, in denen der Pflanze gleicher Art 2000° und noch einmal 500° geboten werden.

Dieses in der Hauptsache die in der genannten Schrift veröffentlichten Resultate, welche durch eine eingehende und für die einzelnen Pflanzenarten durchgeführte Bearbeitung des Materials mit — im Vergleich zu früher — mehr als der doppelten Anzahl von über ganz Europa vertheilten Beobachtungsorten, wie sie meine bereits druckfertig vorliegende zweite Arbeit <sup>3)</sup> auf diesem Felde bieten wird, bestätigt worden sind.

---

<sup>2)</sup> In der oben genannten Abhandlung Linsser's vom 28. März 1867 finden wir auf Seite 39 ein Citat aus Petermann's geographischen Mittheilungen, Bd. VII, 1861, Seite 237:

„Man will nämlich die Erfahrung gemacht haben, dass die bekannte rascherere Entwicklungsfähigkeit der Vegetation in der Polarzone dem dort erzeugten Samen innewohnt, sodass derselbe, in südlicheren Gegenden ausgesät, ebenfalls rascher wächst und zeitiger reift, als der am Orte selbst gezogene, dabei aber auch einen reichlicheren Ertrag liefert.“

Und auf derselben Seite 39 liest man: „. . . . . Versuch Schübler's vom Jahre 1859; er säete sechszeilige Gerste aus Altenfjörd (70° N. B.), welche dort nur 9 Wochen zur Reife braucht, in Christiania (60° N. B.) aus und siereifte schon in 55 Tagen (also 8 Wochen) nach der Aussaat. In demselben Jahre wurde dieselbe Gerste, aus Alten bezogen, in Breslau nach 9½ Wochen geerntet, während die Reis-Gerste-Saat aus Christiania in Breslau um 12 Tage später reifte als die Gerste aus Alten. Dagegen reiften verschiedene Breslauer und einheimische Gerstensorten in Christiania erst in 88 bis 96 Tagen.“

<sup>3)</sup> Es ist dies: Untersuchungen über die periodischen Lebenserscheinungen der Pflanzen, 2. Abhandlung, Resultate aus einer eingehenden Bearbeitung des europäischen Materials für die Holzpflanzen in Bezug auf Wärme und Regenmenge. Mémoires de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg, VIIe série, Tome XIII, No. 8, vorgelegt der Akademie den 21. Januar 1869.

Wenn nun der Verfasser der Recension behauptet <sup>4)</sup>): „Das zweimalige Blüh'n in wärmern Sommern leitet der Verfasser davon ab, dass in solchen Jahren ein Wärmezuschuss über die gewöhnliche Mittelwärme hinaus geliefert werde, welcher gleich sei der Wärme-Constante dieser Blüthe. Aber dies steht offenbar im Widerspruch mit seiner Hypothese von der Verwendung eines constanten und nur aliquoten Theiles der disponiblen Gesamttemperatur“, so befindet er sich, wie auch aus andern Stellen seines Aufsatzes, z. B.

„Summirt man ebenso die Tagesmittel während des Verlaufes der Vegetation einer Pflanze P für Brüssel und Pulkowa, so erhält man ebenso verschiedene Summen, welche ein aliquoter Theil der vorigen Gesamttemperatur sind“ hervorgeht, in dem Irrthum, als sei überall nur von einer Verwendung einer Aliquote für den Cyclus einer Pflanze die Rede, als lasse die Pflanze einen Theil der ihr gewohnten (mittleren) Gesamtsumme indifferent an sich vorübergehen, während doch der Cyclus einer Pflanze eines Ortes erst einmal ganz durchlaufen wird mit eben dieser mittleren Gesamtsumme, und die Aliquoten derselben lediglich Phasen entsprechen.

Eine allgemeine Ausnahme hiervon bieten einzig und allein einjährige Culturpflanzen in niederen Breiten <sup>5)</sup>), deshalb, weil der Mensch in den Cyclus derselben gewaltsam eingreift. Von einer Accommodation an die totale Wärmesumme kann bei ihnen hier deshalb eben so wenig, wie von dem Satze der gleichen Aliquoten, die Rede sein, wohl aber da, wo dieselben genöthigt sind, die gebotene Wärmesumme mit ihrem Cyclus grösstentheils auszufüllen, d. h. wo sie im Wechsel von günstigen und ungünstigen Jahren ihren Cyclus auch wirklich zur Gesamtsumme der über 0° steigenden Wärme des Ortes in Beziehung gesetzt haben, wie

<sup>4)</sup> In dem oben genannten Aufsätze, Abschnitt 4, dessen Ueberschrift ist: Neue Theorie des Verfassers. Ebenda stehen auch die unmittelbar nachher angeführten Worte.

<sup>5)</sup> Diese Bemerkungen über die Verhältnisse in niederen Breiten sind dem Verfasser vielleicht in die Feder geflossen, weil er in der in Anmerkung 3 genannten Abhandlung den Einfluss der Regenmenge auf das Gedeihen der Pflanzen untersucht hatte. In Zusammenhang damit macht er in derselben darauf aufmerksam, dass in den heissen Gegenden der Erde der Pflanzenwuchs mit dem Regen kommt und geht, dass also die Entwicklungszeiten, wie in nördlicheren Himmelsstrichen ausschliesslich durch die Wärme, hier nur durch die atmosphärischen Niederschläge bedingt werden.

im ganzen Norden. Aus diesem Grunde konnte die Gerste von Christiania und Alten<sup>6)</sup> in der Rechnung eben so behandelt werden, als jene sich selbst überlassenen Pflanzen, für welche das Gesetz zunächst abgeleitet wurde, während für Aegypten und Indien, wo man unsere Culturpflanzen im Winter säet und im Frühjahr schneidet, selbstverständlich von dem Satze der Aliquoten für sie gar keine Anwendung gemacht werden kann, weil hier der gewissermaassen künstliche Cyclus dieser Pflanzen mit der Gesamtwärme ihres Wohnortes gar nichts zu thun hat, und sie ohne dieses gezwungene Einengen auf einen Theil der Gesamtsumme aus diesen Gegenden bald wieder verschwinden würden, da diese Gesamtsumme jenseits der Grenze derjenigen liegt, welcher sie sich anzupassen im Stande sind.

Nach Berichtigung dieses Missverständnisses gehe ich sogleich über auf die am meisten hervortretende Verschiedenheit der in jener Recension verfochtenen und meiner eigenen Ansichten, indem ich die Thatsache, dass gleichen Phasen der Vegetation gleiche Aliquoten der Gesamtwärme entsprechen, mit der den Pflanzen verliehenen Fähigkeit erkläre „sich anzupassen den Mitteln, die sie an ihrem Wohnorte gewohnterweise zur Ausführung ihrer Leistungen finden, — der Verfasser jener Recension sie hingegen durch die Compensation der geringeren Wärme durch stärkere Beleuchtung zu erklären sucht (im Norden durch die hier grössere Dauer der Tage, und auf den Gebirgen ebenfalls theils durch Verlängerung der Tage, theils durch Zunahme der Lichtintensität).

Es ist eine nothwendige Consequenz dieser Compensationshypothese, und die Recension spricht sie auch wirklich nahe am Schlusse aus, dass verschiedene Summen, (aber gleiche Aliquoten), für eine Phase nur eintreten könnten für den Gegensatz von Nord und Süd, selbstverständlich, soweit nicht Höhendifferenzen zu berücksichtigen sind. Da auf einem gleichen Breitenkreise und in einer gleichen Meereshöhe die Dauer des Tages sowie die Lichtintensität dieselben sind, möge man einen Punkt des betreffenden Breitenkreises betrachten, welchen man will, so muss hier, da das eine „Complement“ constant ist, nothwendigerweise auch das andere Complement, die Wärmesumme, für irgend eine gleichzeitige Phase dieselbe sein, wenn sie überall auf demselben Parallelkreis in Verbindung mit der ersten Constanten eine gleiche virtuelle Grösse repräsentiren soll, vorausgesetzt, dass die Vegetation gleichzeitig begonnen hat.

---

<sup>6)</sup> Siehe Anm. 2 und Vorbemerkung, S. 630, Zeile 18 v. o.

Da meine erste Abhandlung keine Stationen darbietet, welche bei hinreichend verschiedener Gesamtwärmesumme in gleicher Meereshöhe auf dem gleichen Parallel liegen, so führe ich aus meiner zweiten Abhandlung, welche ich in der nächsten Sitzung der kaiserlichen Akademie zu übermitteln die Ehre haben werde<sup>7)</sup>, die nachfolgenden Zahlen an, die ich keineswegs aussuche, sondern ohne Wahl aus denjenigen nehme, die sich auf einige der am reichsten mit Beobachtungen bedachten Pflanzen beziehen und mit allen übrigen Zahlen für die betrachteten Orte das gleiche Verhältniss zeigen.

**Die Lebenserscheinungen der Pflanzen auf dem gleichen Parallel,  
in Belgien und Schlesien.**

**Belgien.**

**Schlesien.**

Ort	Breite	Meeres- höhe p. F.	Wärme- summe	Ort	Breite	Meeres- höhe p. F.	Wärme- summe
Namur	50° 28'	—	3865	Kreuzburg	50° 59'	617	3018
Gent	51 3	—	3815	Görlitz	51 9	640	2975
Brüssel	50 51	185	3687	Breslau	51 7	373	2953

Wie man sieht, ist das Mittel der Breitengrade von Kreuzburg und Breslau genau die Breite von Gent. Die Vegetation der belgischen Stationen beginnt in der zweiten Hälfte des Januar, die der schlesischen in den ersten Tagen des März ihre Thätigkeit, die genaueren Data, die hier für unsere Betrachtung gleichgültig sein können, gibt meine zweite Abhandlung. Nun blüht z. B.

**Philadelphus coronarius**

zu Namur	am 24. Mai (18 Jahre) mit 936°, Aliquote 0,24
„ Gent	„ 29. „ (11 „ ) „ 982, „ 0,26
„ Brüssel	„ 26. „ (20 „ ) „ 885, „ 0,24
„ Kreuzburg	„ 5. Juni (14 „ ) „ 731, „ 0,24
„ Görlitz	„ 10. „ (4 „ ) „ 790, „ 0,27
„ Breslau	„ 31. „ (3 „ ) „ 673, „ 0,23

**Sambucus nigra**

zu Namur	am 2. Juni (17 Jahre) mit 1074°, Aliquote 0,28
„ Gent	„ 28. Mai (12 „ ) „ 967, „ 0,25
„ Brüssel	„ 31. „ (20 „ ) „ 959, „ 0,26
„ Kreuzburg	„ 7. Juni (15 „ ) „ 762, „ 0,25
„ Görlitz	„ 9. „ (11 „ ) „ 775, „ 0,26
„ Breslau	„ 1. „ (12 „ ) „ 688, „ 0,23

<sup>7)</sup> Siehe Anmerkung 3.

### Rosa Centifolia

zu Namur	am 12. Juni (15 Jahre) mit	1240 °,	Aliquote	0,32
„ Gent	„ 7. „ (9 „ ) „	1126,	„	0,30
„ Brüssel	„ 2. „ (20 „ ) „	990,	„	0,27
„ Kreuzburg	„ 15. „ (14 „ ) „	892,	„	0,30
„ Görlitz	„ 5. „ (5 „ ) „	942,	„	0,32
„ Breslau	„ 9. „ (5 „ ) „	811,	„	0,27

Diese Beispiele mögen genügen, man findet noch eine Menge ähnlicher in meiner zweiten Schrift.

Wo bleibt denn nun, erlaube ich mir den Verfasser jener Recension zu fragen, hier, wenn wir die Zahlen z. B. für Breslau und Brüssel vergleichen, die Compensation der so ganz verschiedenen, jedoch abermals den zugehörigen Gesamtsummen über 0° proportionalen Summen für die Blüthezeit durch die Dauer der Tage? Sambucus nigra blüht zu Breslau um 4 Tage später als zu Gent, nur einen einzigen Tag später als zu Brüssel, die erhaltenen Lichtquantitäten sind grösser für die belgischen Orte als für die schlesischen, weil für die letzteren die Thätigkeit der Vegetation erst anderthalb Monate später beginnt. Ist es der Höhenunterschied von nicht 200 Fuss, der eine so bedeutende Verschiedenheit bedingt? Warum zeigt dann aber der viel bedeutendere Höhenunterschied zwischen Breslau einerseits und Kreuzburg und Görlitz andererseits nicht nur keine Spur eines solchen Effektes, sondern scheint gerade entgegengesetzt zu wirken, indem die höheren Stationen ebenfalls wieder grössere Summen zeigen, als Breslau —, eine Anomalie, über welche meine druckfertige Abhandlung, wie ich beiläufig bemerke, den einfachsten Aufschluss gibt<sup>8)</sup>?

<sup>8)</sup> Da die zweite Abhandlung Linsser's wenig bekannt geworden ist, und die Denkschriften der Petersburger Akademie nicht einem Jeden zugänglich sind, so mag die darin gegebene Erklärung der erwähnten Unregelmässigkeit hier auszugsweise folgen.

Danach liegt der Grund für die kleineren Wärmesummen zu Breslau in der geringeren Regenmenge dieses Ortes. Seite 14 sind die Regenhöhen in Pariser Linien den Monaten nach zusammengestellt, wodurch sich für die hier in Betracht kommenden Monate folgende Uebersicht ergibt:

Ort	März	April	Mai	Juni
Kreuzburg	19,2	15,1	28,4	35,2
Görlitz	15,3	21,7	29,4	34,6
Breslau	8,4	11,1	14,8	23,9



Wir wollen bescheiden sein, wir wollen nicht einmal erwarten, dass der Verfasser jenes Aufsatzes uns auf Grund seiner Annahme

Wie man sieht, ist Breslau am ungünstigsten gestellt.

Nun erweitert in der zu besprechenden Schrift deren Verfasser den oben in der Vorbemerkung Seite 629 und im Text der Erwiderung Seite 631—32 schon erwähnten Satz von der Unveränderlichkeit der Bruchtheile dahin, dass derselbe nicht mehr von den Temperaturen über  $0^{\circ}$  allein gilt, sondern überhaupt von allen denjenigen Dingen, die fördernd auf das Leben der Pflanze einwirken, mithin auch von der Feuchtigkeit des Erdreichs, wie sie sich in den beobachteten Regenmengen darstellt. Da aber die Wärme die Grundbedingung bleibt, ohne welche auch das Wasser für die Gewächse keinen Nutzen bringen kann, so betrachtet Linsser die Regenhöhen, die er als den zu verarbeitenden Stoff ansieht, in Beziehung zu der gleichzeitigen Wärmemenge, der Kraft.

Fassen wir alle Gegenden mit regenreichem Sommer unter Gruppe A zusammen, diejenigen mit trockenem Sommer dagegen unter B und bezeichnen mit F die Stoffmenge, welche eine Pflanze für  $1^{\circ}$  C. Temperatur gerade aufbrauchen kann, so wird der Gang derselben während des Verlaufes des Sommers an einem Orte der Gruppe A nicht gleich sein dem der Gruppe B. Bedeuten die links stehenden Zahlen die zugehörigen Summen der positiven Temperaturen, so können wir uns vorstellen, dass eine Pflanze erhalten würde

bei	am Orte der Gr. A	an einem Orte der Gr. B
0—500 $^{\circ}$	. . . F . . . . .	F
500—1000	. . . F . . . . .	$\frac{1}{2}$ F
1000—1500	. . . F . . . . .	$\frac{1}{2}$ F
1500—2000	. . . F . . . . .	F.

Wenn nun auch an beiden Orten die Wärmesummen während des ganzen Jahres dieselben 2000  $^{\circ}$  sind, so ist doch die Nahrung, welche die Pflanze an beiden erhält, nicht die gleiche. Denn am Orte von A können wir sie ausdrücken durch 2000 F, in B, wo die Hälfte der beiden mittleren Viertheile verloren geht, durch 1500 F. Wenn nun der Satz von den unveränderlichen Bruchtheilen richtig ist, und er nur seiner Beschränkung auf die Temperatur allein enthoben zu werden braucht, so wird die Entwicklungsstufe eines Gewächses, deren zugehöriger Bruchtheil  $\frac{1}{10}$ , an dem zweiten Orte nicht eintreten bei 200  $^{\circ}$ , sondern bei 150  $^{\circ}$  Temperatursumme, trotzdem die ganze jährliche Summe 2000 beträgt. Denn da ihm nur 1500 F zur Vollendung eines Kreislaufes gegeben sind, so wird es sich im Laufe der Jahrhunderte an diese geringere Nahrungsmenge gewöhnt haben, folglich auch seine einzelnen Leistungen sparsamer auszuführen gelernt haben und mithin zu der betreffenden Stufe  $\frac{1}{10}$  von 1500 F, d. i. 150 F gebrauchen. Da nun im ersten Viertel der Wärmesumme jedem F ein Grad der Temperatur entspricht, so werden dazu 150  $^{\circ}$  Wärmesumme nöthig sein, während die Pflanze der Gruppe A, der im ganzen Jahre 2000 F im Mittel geboten werden,

die Zahlen für die schlesischen Stationen mit einer solchen Annäherung herausrechnet, als dieses, wie die nebenstehenden Quoten zeigen, der Satz der gleichen Aliquoten erlaubt hätte, aber eine Erklärung, warum von allen schlesischen Stationen selbst auch dann kleinere Wärmesummen von den Pflanzen erfordert werden, wenn die erhaltenen Lichtquantitäten höchstens gleich, wahrscheinlich aber selbst geringer sind, als die, welche die Pflanzen der belgischen Orte erhielten, meine ich vom Verfasser der Recension doch verlangen zu dürfen.

Sehen wir einmal zu Gunsten der Compensationshypothese von den Intensitätsverhältnissen des Lichtes im Norden ganz ab, und gehen wir ein auf die Behauptung, dass es die Dauer der Tage sei, welche besonders in Betracht komme, so ist das sich bei näherer Untersuchung herausstellende Verhältniss abermals ein wesentlich anderes, als die Recension zu glauben scheint.

Es giebt für die Vegetation der Nordhalbkugel einen Zeitpunkt, in welchem die Pflanzen überall nahe durch eine gleiche Phase hindurchgehen, dieses ist der 21. Juli des mittleren Jahres, wo die Aliquote der mittleren Temperatursumme für alle Orte nahezu gleichzeitig durch  $\frac{1}{2}$  geht. Vor diesem Zeitpunkte sind die nörd-

erst mit 200 F oder bei 200° Temperatursumme eben so weit gekommen sein wird.

Dies gilt von allen Eintrittszeiten der Erscheinungen des Pflanzenwuchses, deren zugehöriger Bruchtheil kleiner als  $\frac{1}{2}$  ist; und wir sehen daraus, dass die Pflanzen in Gegenden mit zu wenig Sommerregen, wie zu Breslau, im Frühjahr sich schneller entwickeln müssen als in Gegenden mit hinreichender Feuchtigkeit, wie zu Kreuzburg und Görlitz.

Vielleicht findet darin auch der Satz seine Erklärung, welchen der Herausgeber nach einer Vergleichung von — allerdings nur zweijährigen — bis zur Mitte des Sommers reichenden Beobachtungen zu Wolgast (54° 5' n. Br. und 31° 26' ö. L.) mit denen zu Wien für die Entwicklungszeit der Gewächse an ersterem Orte folgern zu können geglaubt und in einer zu Ostern 1873 erschienenen Programmabhandlung ausgesprochen hat, dass nämlich die Blüthezeit zu Wolgast im Vergleich zu Wien um so später fällt, je weiter man im Jahre vorschreitet. Nach den Untersuchungen Linsser's hat nämlich Wien einen zu trockenen Sommer, während die norddeutschen Städte zur Gruppe A gerechnet werden müssen.

Für die Vegetation des Spätsommers gilt das Umgekehrte, die Pflanzen an Orten mit wenig feuchten Sommern entwickeln sich dann langsamer als dieselben Arten in regenreichen Gegenden. Den Beweis dafür wollte K. Linsser erbringen, wurde aber durch den Tod an der Ausführung seines Werkes gehindert.

lichen Pflanzen hinter den südlichen zurück, holen sie in ihm ein und eilen nach ihm sogar den südlichen voraus. Ganz ähnlich gestaltet sich das Verhältniss für Gebirg und Ebene <sup>9)</sup>.

<sup>9)</sup> Es ist merkwürdig, dass der Verfasser in der letzten Umarbeitung der Erwiderung, wie sie im Juniheft der allgemeinen Forst- und Jagdzeitung abgedruckt worden ist, diesen Gedanken ganz weggelassen hat. Ob ihm angesichts der Ergebnisse seiner zweiten Abhandlung, wo die für die Fruchtreife erhaltenen Zahlen gegen ein Zusammendrängen der Entwicklungszeiten nach der Mitte des Sommers hin sprechen, die Aufstellung der hier stehenden Behauptung zu gewagt erschien, kann nicht entschieden werden. Jedenfalls ist zu bedauern, dass durch das Zurückstellen dieses Gedankens der Wissenschaft auf längere Zeit der Schlüssel zum Verständniss von Thatsachen verloren gegangen ist, die ohne ihn geradezu räthselhaft erscheinen müssen.

Denn ich möchte darauf aufmerksam machen, dass darin die Beobachtungen ihre einfachste Erklärung finden, welche Karl Fritsch in seinen „phänologischen Studien“, in den Sitzungsberichten der k. k. Akademie der Wissenschaften zu Wien, LXI. Bd., II. Abth. Jahrg. 1870, Märzheft, aus den Briefen des Herrn Prof. Kraschan (Krašan) zu Görz anführt Seite 13 ff.: (Die hinter den Pflanzennamen eingeklammerten Zahlen rühren vom Herausgeber her und bezeichnen die Monate, in die nach dem Taschenbuch der deutschen und schweizer Flora von Koch die Blüthezeit zu setzen ist.)

„Von grösstem Interesse scheint mir die Thatsache zu sein, dass bei uns in der Ebene auch in hinlänglich feuchten Jahren einige Pflanzen im Sommer viel später blühen als in kälteren Klimaten. So blüht z. B. auf den Hügeln östlich von Görz *Allium ochroleucum* (7, 8)  $1\frac{1}{2}$  Monate später als im Gebirge bei 2000—3000' Höhe und hier in Gesellschaft mit *Viola pinnata* (6, 7), *Rubus saxatilis* (6, 7), *Rhododendron hirsutum* (5—7), *Rh. Chamaecistus* (6, 7) und andere Gebirgspflanzen. In Deutschland blüht *Linum catharticum*  $1\frac{1}{2}$  Monate früher als bei uns im Flachlande. Solche sich verspätende Arten sind auch *Aster amellus* (8—10), *Gentiana Pneumonanthe* (7—10), *Salvia glutinosa* (6, 7) etc. *Senecio Fuchsii* und *Gentiana asclepiadea* (8, 9) begannen in einer kalten schattigen Bergschlucht bei 2000' (ungefähr) in Gesellschaft mit *Soldanella minima* (6, 7), *Carex firma* (6—8), *Viola biflora* (5—8), *Laserpitium Peucedanoides* (6, 7), *Primula carniolica* (5, 6) etc. zu derselben Zeit zu blühen, wie an den lichten Stellen der Waldbäche bei Görz, und doch kann die mittlere Jahrestemperatur jener Schlucht nicht mehr als 7° sein.“

Nach demselben Briefe sieht man *Prunella vulgaris* bei Görz (45° 56' n. Br.) am 20. Mai in Blüthe, *Linum catharticum* erst gegen den 15. September, nach Fritsch ist für die erstere Pflanze die Zeit des Aufblühens zu Wien (48° 12' n. Br.) im Mittel der 11. Juni, bei der zweiten der 20. August, sodass also damit eine volle Bestätigung der Linsser'schen Sätze gegeben ist.

Weiter schreibt Herr Kraschan über eine in den ersten Tagen

Da, so lange die Vegetation noch in ihrem Winterschlaf liegt, von einer Wirkung des Lichtes doch keine Rede sein kann,

des Juli 1869 unternommene Exkursion in die Alpen am oberen Isonzo, wobei der 7100' hohe Krn erstiegen wurde:

„Es machte einen wohlthuenden Eindruck, die Wiesen bei 3000' mit dem schönsten Blumenflor der *Gymnadenia conopsea* (6, 7), *Lilium Martagon* (7, 8), *Lilium carniolicum* (5—7), *Silene nutans* (6, 7), *Lychnis Flos cuculi* (5—7), *Cirsium pannonicum* (6, 7), *Hypochaeris maculata* (7, 8), *Aegopodium Podagraria* (5—7), *Pyrethrum corymbosum* (6, 7), *Anacamptis pyramidalis* (5—7), *Platanthera bifolia* (6, 7), *Orchis coriophora* (5, 6) u. a. geziert zu sehen, nachdem diese Arten bei Görz schon vor 3—5 Wochen verblüht waren. Aber wunderbarerweise blühten darunter auch *Heracleum Spondylium* (6—unbestimmt), welches bei Görz erst den 19. Juli die ersten Blüten entfaltete, und *Pimpinella magna* (5, 6), das ich dort überall schon mit halbreifen Früchten fand, obschon es bei Görz auf gleicher Bodenart erst gegen den 10. Juli zu blühen begann. Auch *Galeopsis versicolor* (7, 8) blühte dort auf den Wiesen (3000—4000') überall in der Nähe der Heustätten. Es ist ein wahrhaft überraschender Anblick, *Rosa canina* (6) in Blüthe, von blühenden *Heracleum Spondylium*, *Pimpinella magna* und *Galeopsis versicolor* umgeben zu sehen, Pflanzen, welche bei Görz zwei so verschiedene Jahreszeiten repräsentiren.“

Man könnte bei dem Durchlesen dieser Schilderungen fast zu dem Glauben verführt werden, der Briefschreiber habe nur Belege für die Ansichten Linsser's beibringen wollen, welche derselbe in den Sätzen ausgesprochen hat, auf die sich diese Anmerkung bezieht. Denn, wenn wir sagen, dass an ungünstiger dastehenden Orten die Blüten verschiedener Jahreszeiten nach der Mitte des Sommers zu näher an einander rücken, so ist das in der That nur eine andere Ausdrucksweise für die im Text stehenden Behauptungen des Pulko-waer Assistenten.

Ebendahin gehört auch die Verspätung der südlichen Herbstpflanzen, von welcher K. Fritsch in der angezogenen Abhandlung spricht, indem er weiter mittheilt, dass in Triest (freilich nur nach 2—3jährigen Beobachtungen) unter 45° 39' n. Br. das gemeine Heidekraut, *Calluna vulgaris* (8—10), um 25 und die Herbstzeitlose, *Colchicum auctumnale* (8—10) um 32 Tage später zur Blüthe gelangen als bei Wien im Mittel. Bei Görz blüht das Heidekraut nach zweijährigen Beobachtungen 8 Tage später als bei Wien. „Diese Verhältnisse“, fügt der Genannte hinzu, „werden recht auffallend, wenn man sie vergleicht mit jenem im ersten Frühjahre. So ist der Haselstrauch in Görz um 47, in Triest um 43 Tage in der Blüthezeit gegen Wien im Vorsprunge, das wohlriechende Veilchen, *Viola odorata* beziehungsweise um 34 und 28 Tage.“ Wenn K. Fritsch nun meint, es habe dies in der Trockenheit des Triester Sommers seinen Grund, so ist dagegen zu bemerken, dass nach Linsser das

so beginnt für Venedig die Wirkung desselben mit Mitte Januar, zu Petersburg hingegen erst mit Anfang April. Die ganze Lichtwirkung der Monate Januar bis April hat also die Vegetation von Venedig vor der zu St. Petersburg schon einmal voraus. Die spätere längere Dauer der Tage am nördlichen Orte reicht ungefähr gerade hin, diese Differenz in der Anzahl der Lichtstunden, welche Venedig und Petersburg bis zum Ende des Juli erhielten, wieder auszugleichen, und wie auf diesem Wege eine Compensation zu Stande kommen soll für die viel geringere Wärme, ist mir nicht begreiflich. Ganz ebenso im Gebirge. In einer Höhe von 6000 Fuss erwacht in den Alpen die Vegetation erst im Anfang Mai, wenn die Temperatur  $0^{\circ}$  erreicht, in den Ebenen von Südfrankreich unter gleicher Breite mit den Alpen ist die Vegetation schon vom Januar an in Lebensthätigkeit, letztere hat also die Lichtwirkung vom Januar bis zum Mai vor der Hochgebirgsvegetation voraus. Die 10 Minuten Tagesverlängerung im Hochgebirge, die doch auch im Verlaufe von fünf Monaten erst einmal etwa einen Tag ausmachen, ist also ganz imaginär für die Vegetation, und überlasse ich der Recension selbst die Beurtheilung, in wie weit ich die Wirkung der im Hochgebirge etwas vermehrten Tagesdauer ganz und gar unterschätzt habe.

Meine in der ersten Abhandlung ausgesprochene Behauptung, dass im Norden durch das Intensitätsverhältniss des Lichtes verloren gehe, was an Dauer der Tage gewonnen werde, glaubt die Recension sonderbarerweise dadurch zweifelhaft zu machen, dass sie einige Temperaturmaxima aus Alten, Moskau u. s. w. aufführt, welche denen im mittleren Europa einigermaassen gleich kommen. Soll das einen Beweis liefern, dass die Lichtintensität im Norden überhaupt während des Sommers keine von der im mittleren Europa sehr verschiedene sein könne, so würde doch wohl mit demselben Rechte und als eine viel näher liegende Consequenz die folgen, dass dort auch die Wärme keine sehr viel geringere sein könne. Dass einzelne Maxima hier also nichts entscheiden, lehrt die Erfahrung <sup>10)</sup>.

---

unter gleichen Bedingungen gelegene Venedig zu den Orten mit hinreichend feuchtem, Wien dagegen unter die Orte mit zu trockenem Sommer zu rechnen ist.

<sup>10)</sup> In der in der allgemeinen Forst- und Jagdzeitung veröffentlichten Form dieser Vertheidigungsschrift liest man hier noch die Worte: „Steigt das Thermometer in Alten bis  $25^{\circ}$ , so steigt es in Moskau bis  $29^{\circ}$ , in Paris steigt es (und wohl auch in Deutschland)

Für den Norden ergiebt schon das rein mathematische Verhältniss für die Zeit vom Frühlings- bis Herbstäquinocium eine Summe von Lichtwirkung, welche abnimmt von den Tropen zum Pole hin, wie sich die Recension durch die Untersuchungen von Halley, Lambert und Meech überzeugen kann. Von dieser Lichtquantität geht nun für die Polargegenden noch ein erheblicher Theil verloren, weil hier die Vegetation ihre Thätigkeit erst später beginnt, als südlicher, und das rein mathematische Verhältniss wird in Wirklichkeit ein noch erheblich ungünstigeres durch Hinzukommen des physikalischen der Absorption. Die Schwächung des Lichtstrahls in der Luft der Erde wird kleiner für die Tropen, wo der senkrechte Strahl den geringsten, grösser für die Polargegenden, wo der schiefe Strahl den grössten Weg zu durchlaufen hat. Bietet also das rein mathematische Verhältniss allein schon eine Abnahme der Lichtquantität für den Norden, so bietet sie das physikalische noch weit mehr; von einer Compensation der geringeren Wärme im Norden durch eine grössere Lichtwirkung kann keine Rede sein.

Nun noch zu einigen Einzelheiten. Mit fetter Schrift hebt die Recension die Zahlen 1,16 und 1,61 hervor<sup>11)</sup> (nach Erman), um anzudeuten, wie sehr mangelhaft die von mir behauptete Proportionalität der Reihen von Temperatursummen sei. Es ist daher wohl angebracht, Zahlen, die gegen mich sprechen sollen, einmal näher nach ihrer eigentlichen Bedeutung zu untersuchen.

Eine jede der zu Grunde liegenden Beobachtungen ist mit Fehlern behaftet, die im Resultat natürlich hervortreten werden, und deren Quelle eine sehr mannichfaltige ist; Fehler in den Mitteln für die Blüthezeiten (zu Brüssel, wo bereits über 20jährige

bis 31<sup>0</sup>, in Italien steigt es ebenfalls über 30. Aber in ziemlich gleicher Breite mit Mittelitalien kennen wir ein Maximum von 37<sup>0</sup> R. im Schatten aus den Steppen Asiens, und vom Ufer des Euphrat kennen wir selbst ein Maximum von 44<sup>0</sup> R. im Schatten! — Diese Zahlen, ebenso herausgerissen, wie die der Recension, mögen zeigen, dass die Temperaturmaxima keineswegs den theoretischen Strahlungsintensitäten widersprechen, aber auch daran erinnern, dass nur eine eingehende Untersuchung und gründliche Zusammenstellung sie für diese Fragen verwendbar machen wird.“

<sup>11)</sup> In der allgem. Forst- und Jagdzeitung steht die Zahl 1,61, aber unmittelbar nachher wird als von Erman gebraucht die Zahl 1,60 angeführt, wie sie sich auch wirklich in dem oben erwähnten Abdrucke der Linsser'schen Abhandlung im Archiv für wissensch. K. v. Russland (Bd. XXV, S. 600, Anm. 1) vorfindet. Beim Nachrechnen ergab sich 1,61.

Beobachtungen vorliegen, ändern sich die abgeleiteten Mittel für die Eintrittszeiten durch Hinzukommen eines einzigen Jahres oft um ganze Tage, und für Pulkowa liegen nur die Beobachtungen weniger Jahre vor), Fehler in den Temperaturperioden, und vor Allem die Mitwirkung vieler anderer, noch nicht berücksichtigter Faktoren im Pflanzenleben, deren Folgen, so lange die Wärme allein in Untersuchung gezogen wird, ebenfalls als Fehler hervortreten werden.

Sehen wir nun, wie gross denn die Fehler eigentlich sind<sup>12)</sup>. Die betreffenden Summen betragen

$$\begin{array}{c} 347 \text{ und } 300 \\ \text{und } 1471 \text{ und } 912. \end{array}$$

Aendern wir nun z. B. im ersten Falle die Summen um resp. plus und minus 20, und im zweiten um resp. minus und plus 50, so werden die Verhältnisse

$$\begin{array}{c} 1 : 1,31 \\ \text{und } 1 : 1,48 \end{array}$$

und da wir es hier mit den extremsten Fällen zu thun haben, so würde durch die ganze Reihe keine der zu Grunde liegenden Eintrittsepochen um mehr als 3 Tage verändert zu werden brauchen, um eine mathematische Proportionalität hervorzubringen, und dürfen wir eine solche nach Lage der Sache denn überhaupt erwarten?

Es würde, wenn die Proportionalität eine der mathematischen noch näher kommende wäre, Zeit sein, die Untersuchung für eine völlig abgeschlossene zu erklären, und die Recension konnte aus dem Abdrucke in Erman's Archiv doch ersehen, dass ich die Arbeit als eine von mir eben erst begonnene betrachte<sup>13)</sup>.

---

<sup>12)</sup> In dem handschriftlich vorliegenden Entwurfe behauptet dessen Verfasser, dass eine Aenderung der Eintrittszeiten für das erste Verhältniss um + 2 und — 2 Tage die Zahlen 1 : 1,39, und eine Vergrösserung um — 3 und + 3 Tage für das zweite Verhältniss 1 : 1,32 ergebe. Legt man aber die in dem schriftlichen Nachlasse vorhandenen Temperatursummen zu Grunde, so erhält man dafür

$$\begin{array}{c} 1 : 1,31 \text{ bei Gruppe II} \\ 1 : 1,47 \text{ „ „ VI.} \end{array}$$

Da also in der ersten Ausarbeitung ein Versehen vorliegt, oder — was wahrscheinlicher — bei der zweiten Abfassung genauere Temperaturkurven benutzt worden sind, so haben wir diejenige Darstellung genommen, welche später Linsser selbst zur Veröffentlichung gewählt hat.

<sup>13)</sup> Von Herrn Professor Erman ist an der genannten Stelle die Linsser'sche Abhandlung wortgetreu wiedergegeben worden bis auf den letzten Satz. In Folge dessen lautet dort der Schluss:



Eine ähnliche Verkennung der Sachlage scheint mir zu Grunde zu liegen, wenn die Recension meint, ich halte es für das Sicherste, die Temperaturen etwa von  $0^{\circ}$  an zu rechnen. Meine Untersuchungen lassen es unentschieden, ob der Anfangspunkt der Temperaturen bei  $0^{\circ}$  oder  $+1^{\circ}$  liegt, weisen aber nach, dass er nicht höher hinauf gewählt werden darf<sup>14)</sup>. Aus den Beobachtungen lässt sich die Lage genauer nicht ermitteln<sup>15)</sup>, aber andere Gründe werden uns in der Wahl zwischen beiden auf 0 führen. War denn die Gewissheit, dass der Nullpunkt für die Wärme als Faktor des Pflanzenlebens bei  $0^{\circ}$  liege, seither überhaupt wissenschaftlich festgestellt?

Der Recensent hält meine Erklärung der Versetzungsphänomene für richtig und vergisst, dass dieselbe lediglich aus dem Satze der Aliquoten und der Deutung desselben, welche ihn als eine Gewöhnung der Pflanzen bezeichnete, gefolgert wurde, bei Richtigkeit der Compensationshypothese aber nothwendig eine total falsche sein muss. Bei den Versetzungsphänomenen gesteht

„Wie aber auch das Ergebniss sich gestalten möge, immerhin erscheint es im hohen Grade wünschenswerth, die Art von Betrachtungen . . . . in möglichster Ausdehnung fortzusetzen und so den Kreis der Thatsachen immer mehr zu erweitern.“

<sup>14)</sup> Am Anfange des vierten Abschnittes der Beurtheilung, der die Ueberschrift führt: „Neue Theorie des Verfassers“ liest man: „Verfasser findet, dass man am sichersten etwa vom Nullpunkte aus rechne.“

<sup>15)</sup> Für diese Behauptung ist in der besprochenen Abhandlung Linsser's keine eigentliche Begründung aufzufinden, er scheint aber den Umstand als beweisend angesehen zu haben, dass die Temperatursummen für die gleichen Entwicklungsstufen der Gewächse an zwei verschiedenen Orten, wenn man von  $0^{\circ}$  aus zählt, so ziemlich, und, wenn man von  $1^{\circ}$  ausgeht, mit einigen Schwankungen so ungefähr einander proportional verlaufen, ein Verhältniss, das nicht mehr stattfindet, wenn der Nullpunkt höher hinauf gewählt wird. Rechnet man z. B. von  $1^{\circ}$  aufwärts, so verhalten sich die Summen von Pulkowa zu Brüssel

bei Gruppe I	wie	1	:	1,24
„ „ II	„	1	:	1,06
„ „ III	„	1	:	1,12
„ „ IV	„	1	:	1,29
„ „ V	„	1	:	1,32
„ „ VI	„	1	:	1,59
„ „ VII	„	1	:	1,50.

Je weiter man sich von  $0^{\circ}$  entfernt, um so unregelmässiger werden diese Zahlen, und bei  $3^{\circ}$  erhält man schon theils fallende, theils steigende Verhältnisse. Siehe in genannter Abhandlung S. 32.

er selbst zu, dass er mit rein physikalischer Wirkung nicht ausreiche, wie seine Worte zeigen: „Accommodation ist hier unverkennbar“, u. s. w., und bald darauf folgt wieder die Parallele zwischen den Erscheinungen des Lebens der Pflanze und denen, die das Sieden des Wassers bietet, und die Versicherung, dass bei letzterem an einen physiologischen Akt nicht zu denken sei.

Was endlich die von Erman mir bei der Fortsetzung der Untersuchungen zur Beachtung empfohlenen Anomalieen <sup>16)</sup> betrifft, so gehe ich hier nicht weiter darauf ein, weil meine zweite Abhandlung ihre vollständige Untersuchung und Erklärung enthält.

Aber Eines hebe ich zum Schluss dieser Erwiderung noch hervor: Meine Arbeit auf diesem Gebiet ist keine geschlossene, sondern eine begonnene, und wie eine jede wissenschaftliche Erkenntniss einer complicirten Erscheinung den Weg allmählicher Näherung nehmen muss, so auch die, welche uns beschäftigt. Ich hoffe, dass die so eben beendete zweite Abhandlung über die Lebenserscheinungen der Pflanzen abermals einen Fortschritt unserer Erkenntniss bezeichnen wird.

<sup>16)</sup> Siehe Seite 69 der unmittelbar nachher im Text erwähnten Abhandlung. In der allgemeinen Forst- und Jagdzeitung ist am Ende der Erwiderung von deren Verfasser in einer Anmerkung hinzugefügt: „In diesem Sinne hat Herr Prof. Erman, nachdem er die Annäherung des gesuchten Ausdruckes an den von mir gefundenen, „ebenso einfachen als bemerkenswerthen Ausdruck“ als nachgewiesen bezeichnet, mir für die Fortsetzung meiner Untersuchung noch die zahlreichen Thatsachen zur Berücksichtigung empfohlen, welche mit einem so einfachen Ausspruche, wie ihn der Satz der gleichen Aliquoten enthält, noch ziemlich unvereinbar erscheinen.“

Damit stehen offenbar die Worte des genannten Professors in Beziehung, die am Schlusse der Einleitung zu dem oben erwähnten Abdrucke im Archiv für wissenschaftliche Kunde von Russland zu lesen sind: „Dahin gehört, was ich über die Vernationszeit von *Tilia europaea* (in dem Arch. Bd. IV, S. 634, VIII, S. 107 am Ende) und über die Blüthezeit der *Loniceren* (Bd. VIII, S. 105, Anm.) hervorgehoben habe, sodann aber die Thatsache, dass *Plantago maior* bei Valognes unter 49° 31' Breite um 47 Tage später blüht als in Russland bei einem um 5° nördlicheren und um nahe 32° östlicheren Orte. Die sparsamer gewöhnten Individuen dieser Spezies verbrauchen also von der ihnen zukommenden Gesamtwärme nicht dieselbe, sondern eine weit kleinere Aliquote als die reicher bedachten von der ihnen zu Theil werdenden.“

Die Erklärung dieser Unregelmässigkeiten liegt nach Linsser in der Trockenheit der Luft über der sarmatischen Tiefebene unter Geltung des oben in Anmerkung 8 wiedergegebenen Gesetzes.

# Ueber Polyembryonie.

Von

**Dr. Eduard Strasburger,**

Professor an der Universität Jena.

Hierzu Tafel XV—XIX.

---

Meine Untersuchungen über Befruchtung hatten mich gelehrt, dass der Eiapparat der monocotylen und dicotylen Pflanzen ganz im Allgemeinen von drei Zellen gebildet wird. Von diesen drei Zellen haben die zwei, welche die Spitze des Embryosackes einnehmen, nur die Aufgabe den befruchtenden Stoff auf das Ei zu übertragen, ich habe sie daher Gehülffinnen oder Synergiden genannt; nur die dritte, tiefer im Embryosacke inserirte Zelle des Eiapparates, ist das Ei. Manchmal kann die Zahl der Synergiden auf eine reducirt werden; nur eine einzige Pflanze wurde mir aber bekannt bei der constant zwei Eier im Embryosacke angelegt werden: diese Pflanze ist *Santalum album*. Ausnahmsweise konnte aber auch bei einer Gesneracee, der *Sinningia Lindleyana*, das Ei verdoppelt werden.

Wie sollten sich aber diesen Erfahrungen gegenüber die Fälle von Polyembryonie verhalten, in denen mehr denn einer, selbst denn zwei Embryonen angelegt werden? Das Nächste war für diese Fälle stets eine Mehrzahl von Eiern zu vermuthen, ältere Angaben sprechen ja direct dafür — die nähere Untersuchung lehrte aber bald, dass auch da, wo später mehrere Embryonen sich finden, ursprünglich meist nur ein Ei vorhanden ist. Also war die weitere Vermuthung: dass sich die eine Embryonalanlage nachträglich spalte; ähnliche Vorgänge waren ja schon für Coniferen bekannt, ja selbst für Loranthaceen angegeben. Die directe Untersuchung bestätigte jedoch auch diese Erwartung nicht, führte vielmehr zu dem sonderbaren Ergebniss, dass die über die Einzahl hinaus bei monocotylen und dicotylen Pflanzen angelegten Embryonen meist den Zellen des Nucellus ihre Entstehung verdanken.

Dieses Ergebniss welches an das vor Kurzem durch Farlow<sup>1)</sup> beobachtete, directe Auswachsen von Sprossen aus Farnprothallien erinnert, war mir immerhin so überraschend, dass ich trotz der directesten Beweise lange Zeit brauchte um mich mit demselben zu befreunden. Lange suchte ich vergebens nach anderen Lösungen, bis ich mich der überzeugenden Kraft der Thatsachen fügen musste. Nach Abschluss meiner Arbeiten über Befruchtung fühlte ich aber das Bedürfniss dieses merkwürdige Thema der Polyembryonie noch einmal aufzunehmen und so kann ich denn hiermit weitere Mittheilungen über dasselbe machen. Theilweise sind die Resultate meiner Untersuchungen schon in den Sitzungsberichten der Krakauer Akademie der Wissenschaften gedruckt worden, hier wird man dieselben um eine Anzahl weiterer Beispiele und um eine Tafel bereichert finden.

*Funkia ovata* bleibt das günstigste Object zur raschen Belehrung über die Entstehungsart der Adventivkeime. Nur wähle man zur Untersuchung angeschwollene Fruchtknoten, welche bereits das Doppelte bis Dreifache ihrer ursprünglichen Länge erreicht haben. Jeder gut geführte Schnitt kann dann eventuell über die gestellte Frage Aufschluss geben.

In meiner letzten Publication hob ich es bereits hervor, dass der Embryosack von *Funkia ovata* in seinem vorderen Ende ausnahmslos nur ein Ei und zwei Gehülfinnen führt<sup>2)</sup>. (Vergl. dort auch die citirten Figuren.) Ich machte andererseits auf den Widerspruch aufmerksam, welcher zwischen den Hofmeister'schen Bildern und seinen Angaben, namentlich den späteren, über die Mehrzahl der „Keimbläschen“ besteht. In der „Entstehung des Embryo der Phanerogamen“ 1849 sagt Hofmeister, er habe nur einmal, und zwar in einem eben befruchteten Eichen, mehr als drei, nämlich vier „Keimbläschen“ gefunden. Da er nun aber meistens mehr als drei Embryonen in den Samen findet, so hilft er sich mit der Hypothese: dass nur die stärkeren eine Mehrzahl von Keimbläschen führenden Eichen zur Weiterentwicklung gelangen, solche hätten ihm aber, ihres geringen Procentsatzes wegen, bei der Untersuchung nicht vorgelegen<sup>3)</sup>. Auf Grund dieser Annahme heisst es dann in den späteren Publicationen, zuletzt in

---

<sup>1)</sup> Botanische Zeitung 1874 Sp. 180 und Quarterly Journal of Microscopical science Vol. XIV new. ser. p. 267.

<sup>2)</sup> Auch 3 Gegenfüsslerinnen, die ich jetzt in einem Falle abnorm vermehrt fand.

<sup>3)</sup> l. c. p. 16.

der Lehre von der Pflanzenzelle p. 114, ohne weiteres: bei *Funkia ovata* würden die „Keimbläschen“ in grösserer Zahl angelegt. In Hofmeister's Abbildungen (l. c. Taf. VII) sehen wir aber höchstens nur drei Zellen im vorderen Embryosackende, und wir wissen ausserdem dass von diesen dreien nur die eine das Ei, die zwei andern Gehülfinnen sind.

Die Differenzirung dieser drei Zellen des Eiapparates, und auch den Verlauf der Befruchtung habe ich in meiner letzten Arbeit beschrieben und durch Abbildungen erläutert und brauche somit auf diese Verhältnisse hier nicht zurückzukommen. Hingegen will ich den merkwürdigen Vorgang der adventiven Keimbildung, weil dieselbe uns hier so besonders durchsichtig entgegentritt, noch mit weiteren instructiven Bildern belegen.

Zunächst sei hervorgehoben, dass ich auch dieses Mal die Bildung der Adventivkeime nur an Embryosäcken beobachtete, deren Ei befruchtet worden war. Abgesehen davon, dass in allen Fällen das Ei mit Cellulosemembran umgeben war, fand ich jetzt auch wiederholt zwei Zellkerne im Ei (Fig. 3) und dann auch zwei Kernkörperchen im Keimkern (Fig. 1). Auch sah ich jetzt einige Mal das Ei sich weiterentwickeln, eine Anzahl Theilungen erfahren (Fig. 4), so dass ich vermuthen darf, dass es in manchen, freilich wohl recht seltenen Fällen, bis zur vollendeten Keimbildung fortschreitet.

In unserer Figur 1 hat die adventive Keimbildung noch nicht begonnen, doch erscheinen die Nucellarzellen, die in einfacher Lage den Embryosack-Scheitel umgeben, dicht mit protoplasmatischem Inhalte angefüllt.

In Figur 2 haben sich zwei Nucellarzellen, anschwellend, mehrfach getheilt, die anstossenden Nucellarzellen sind hingegen schon etwas verdrängt, auffallend frühzeitig in diesem Falle.

In Figur 3 sieht man eine grosse Anzahl Nucellarzellen an der Adventiv-Keimbildung betheiligt. In Figur 1 so wie hier, ist ausser dem Ei auch eine Gehülfin von Cellulose-Haut umgeben worden, ähnlich wie dies bei *Ornithogalum nutans* so oft vorzukommen pflegt.

In Figur 4 sind die adventiven Keimanlagen in ihrer Entwicklung weiter vorgeschritten, die angrenzenden Nucellarzellen aber durch den wachsenden Embryosack vollständig verdrängt. In diesem Falle hatte, wie schon erwähnt, auch das Ei sich weiter entwickelt. Um das Verhältniss zu dem umgebenden Integument

zu zeigen, dessen Zellen sich jetzt ziemlich stark verdicken, ist auch dieses mit zum Theil in die Figur eingetragen worden.

Figur 5 führt uns einen noch vorgeschrittneren Zustand vor; sie ist bei schwächerer Vergrösserung gezeichnet. Ausser älteren adventiven Keimanlagen sind hier übrigens auch noch ganz junge, links oben an das Integument anstossend, zu sehen.

Der Umstand dass hier die Embryonalanlagen von Anfang an dem Integumente anliegen, musste auch Hofmeister auffallen, er meint nun, dass bei der Entwicklung mehrerer Embryonen, diese durch den Druck, den sie bei Zunahme ihrer Masse so wohl auf einander als auf die angrenzenden Gewebe ausüben, die Nucellarzellen sehr bald verdrängen.

Meine Angaben über *Nothoscordum fragrans* Knuth. sollen hiermit noch ergänzt werden. Ich schilderte bereits in meiner letzten Abhandlung die entwicklungsgeschichtlichen Vorgänge, die sich im Embryosack dieser Pflanze zur Bildung des Eiapparates und der Gegenfüsslerinnen abspielen; diese Vorgänge sollen noch durch einige weitere Figuren illustriert werden.

In Figura 6 sind zwei Zellkerne im jungen Embryosacke zu sehen; das Nucellargewebe ist fast bis auf die äussere Schicht verdrängt; Zellen der inneren Schicht, so weit noch erhalten, sind in mehr oder weniger vorgeschrittener Auflösung begriffen; hingegen ist die Theilung einiger Nucellarzellen der äusseren Lage, in der Scheitelgegend des Embryosackes, zu bemerken.

Aehnlich ist es auch in Figur 7, wo die Verdrängung der inneren Nucellarschicht eine noch vollständigere war.

In Figur 8 haben sich unter sonst ähnlichen Verhältnissen die Kerne im vorderen und hinteren Ende des Embryosackes verdoppelt.

In Figur 10 war die Verdrängung des Nucellargewebes etwas weniger vorgeschritten, trotzdem wir bereits je vier Kerne im vorderen und hinteren Ende des Embryosackes finden.

In Figur 11 sind trotz ausgebildeter Anlage des Eiapparates und der Gegenfüsslerinnen, Zellen der innern Nucellarlage, im Scheitel des Embryosackes, nur wenig verändert erhalten, so dass wir hieraus sehen, dass die geschilderten Vorgänge im Embryosacke nicht parallel mit der Verdrängung des Nucellargewebes zu laufen brauchen.

Die innere Lage des Nucellargewebes wird aber doch schliesslich, so meine ich für alle Fälle, resorbirt und das den Eiapparat umgebende Gewebepolster aus der äusseren Nucellarschicht erzeugt.

Die Bildung dieses Polsters kann auch früher oder später beginnen, und finden wir dasselbe einmal völlig entwickelt, um einen kaum angelegten Eiapparat (Fig. 12), ein andermal, um einen fertigen, kaum angedeutet (Fig. 13 u. 14).

Die Bildung des Polsters ist nicht durchaus an das Vorhandensein des Eiapparates gebunden, denn es sind mir Fälle vorgekommen, wo letzteres (so auch die Gegenfüßlerinnen) abortirt war, das Polster hingegen entwickelt (Fig. 9). Vielleicht hatte sogar die frühzeitige Ueberhandnahme des Polsters die Weiterentwicklung des Embryosackes sistirt. Solche Wucherungen des Nucellargewebes sind hier nicht selten und können, auch bei gleichzeitig erfolgender Grössenzunahme des betreffenden Eichens, das Lumen des Embryosackes fast zum Schwinden bringen (Fig. 16, 17). In dergleichen Fällen kann von einer Ausbildung des Eiapparates und der Gegenfüßlerinnen überhaupt nicht mehr die Rede sein.

So weit meine Erfahrung reicht, dürfte der Ursprung des Nucellarpolsters hier normaler Weise in einem vorwiegend einfachen oder doppelten Zellenringe am Scheitel des Embryosackes zu suchen sein. Der Ring wird meist von Zellen gebildet die direkt oder hier und dort auch mit einzelligem Abstand, die oberste Zelle des Nucellus umgeben. In Fig. 6, 7, 8 und 10 sieht man diese Zellen durch tangential Theilung verdoppelt. Die inneren Zellen theilen sich aber allein zur Anlage des Polsters weiter, wobei sie sich zunächst zwischen die Wand des Embryosackes und den Nucellus einschieben müssen. Figur 14 zeigt den Vorgang am schönsten; die erste Polsterzelle links ist eben in Theilung begriffen. Durch dieses Abwärtswachsen der Polsterzellen kommt es oft, dass ihr unteres Ende über die Innenseite etwa noch nicht völlig resorbirter Zellen der inneren Nucellarschicht zu liegen kommt. Das ruft auf den ersten Blick den Eindruck hervor, als seien die Polsterzellen selbst in ihrem Ursprung dieser innern Nucellarschicht zugehörig; die geschilderte Entwicklungsgeschichte lehrt aber das Gegentheil.

Meist verdoppelt sich nunmehr die untere Polsterzelle, wie etwa in Fig. 12 oder 15 links, und der Polsterring erscheint auf Längsschnitten durch das Ei dreizellig. Auf diesem Zustande sieht man ihn zunächst verbleiben; oder es treten in ihm sofort noch weitere, mehr oder weniger regelmässige Theilungen im ganzen Umfange ein; oder er wird nur vorwiegend einseitig entwickelt (Fig. 13, 18)<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Tulasne kam zu der Vorstellung von bis 5 „Keimbläschen“ bei *Nothoscordum fragrans*, jedenfalls durch die Deutung der Zellen des



Meiner früheren Schilderung der weiteren Entwicklung des Polsters, nach erfolgter Befruchtung des Eies, habe ich aber nichts hinzuzufügen, wohl aber einige das weitere Verhalten des Eies betreffende Beobachtungen. Ausser der Cellulosenmembran, deren constantes Auftreten ich schon früher hervorhob, fand ich jetzt auch wiederholt zwei Zellkerne im befruchteten Ei (Fig. 18 u. 19) und auch zahlreiche Zustände, wo das Ei sich, mit den Adventivembryonen zugleich, weiter entwickelt hatte (Fig. 20). Einen solchen Fall hatte ich auch schon früher in Fig. 44 Taf. VII abgebildet. Für gewöhnlich, das muss ich aber auch jetzt wieder bestätigen, entwickelt sich das Ei nicht weiter.

Die Angaben über Polyembryonie bei der Apfelsine reichen bis auf Leeuwenhoek zurück<sup>1)</sup> und sind später oft wiederholt worden<sup>2)</sup>. Die erste Schilderung der Vorgänge während der Befruchtung rührt von Crüger her<sup>3)</sup>, der aus der Mehrzahl der Embryonen einen Schluss gegen die damalige Schleiden'sche Theorie, der Entstehung der Keimanlage aus der Pollenschlauchspitze, ziehen zu müssen glaubte; denn er sah fast ausnahmslos nur einen Pollenschlauch zum Embryosack vordringen. Freilich suchte dann Schacht<sup>4)</sup> diesen Einwand zu widerlegen durch die Angabe, dass hier im Innern des Pollenschlauches zahlreiche Zellen sich bilden, welche nach Durchbrechung der Embryosackwand und Resorption des Pollenschlauches als Keimanlagen im Innern des Embryosackes sich verbreiten. — Nach dem Aufgeben der Schleiden'schen Theorie durch Schacht sollten es nun besondere Befruchtungskörper sein, welche hier den Pollenschlauch erfüllen und sich von demselben aus über die Oberfläche des Embryosackes verbreiten, um auch die entlegeneren „Keimbläschen“ zu befruchten<sup>5)</sup>. — Hingegen gab Hofmeister an<sup>6)</sup>, dass die Zellen, die Schacht als im Innern des Pollenschlauches entstanden schildert, thatsächlich dem Gewebe des Knospenkerns angehören, durch welches der Pollenschlauch seinen Weg sich bahnt.

Hofmeister beschreibt (l. c.) weiter, dass die Scheitelgegend

---

Nucellarpolsters als „Keimbläschen“. Ann. d. sc. nat. 4<sup>me</sup> sér. Bot. T. IV. p. 99. 1856.

1) Epist. phys. super compluribus naturae arcanis 1719 p. 229.

2) Vergl. Braun, Polyembryonie p. 160.

3) Bot. Zeitung 1851 Sp. 57.

4) Flora 1855 p. 151.

5) Jahrb. f. wiss. Bot. 1858. Bd. I p. 213.

6) Ebendas. p. 95.

des Embryosacks „schon vor Ankunft des Pollenschlauchs mit einem Brei zartwandiger Zellen, den Keimbläschen, vollgestopft sei <sup>1)</sup>.“ Ich habe diese Angabe in meiner letzten Publication bereits in Zweifel gezogen <sup>2)</sup> und kann nun hinzufügen, dass der Embryosack der Citrus-Arten, ebenso wie derjenige fast aller andern Pflanzen, zur Befruchtungszeit nur 3 Zellen in seinem vorderen Ende führt, nämlich ein Ei und zwei Gehülfinnen.

Bestäubung und Befruchtung liegen bei der Orange, wie darauf bereits mehrfach hingewiesen wurde <sup>3)</sup>, etwa um vier Wochen auseinander. Nach dem Antritt des Pollenschlauches am Embryosacke schwinden die Gehülfinnen, das Ei erscheint hingegen bald von einer festen Cellulose-Membran umgeben.

Hierauf wird der Pollenschlauch, soweit er innerhalb des Nucellus liegt, zusammengedrückt und bald vollständig resorbirt. Die den Schlauch zunächst umgebenden und nun auch dessen Stelle vertretenden Zellen erscheinen aber mit relativ grossen Stärkekörnern, manche auch mit stark lichtbrechendem Plasma erfüllt. Diese Zellen haben bei Verdrängung des Schlauches an Grösse zugenommen und können selbst einen papillenartigen Vorsprung am Nucellus-Scheitel (der Kernwarze) bilden (Fig. 22). Gewöhnlich ist dies jedoch nicht der Fall, weil sie nicht bis an den Nucellus-Scheitel reichen. Dann sieht man den Letzteren längere Zeit noch trichterförmig vertieft, entsprechend der Weite des hier eingedrungenen Pollenschlauches, dessen Wandung eventuell auch noch an dieser Stelle erhalten ist. In den trichterförmigen Raum ragt aber von unten her eine ähnliche Warze hinein, wie wir sie vorhin am Scheitel des Nucellus beobachtet hatten (Fig. 24, 25). Durch die kleinen, inhaltsreichen Zellen bleibt der Weg noch lange markirt den der Pollenschlauch im Nucellus zurückgelegt hatte. Innerhalb der Integumente erhält sich auch noch meist längere Zeit die inhaltsleere Wand des Schlauches, deutlich noch die Anschwellungen zeigend, die der Schlauch an diesen Stellen erfahren hatte (Fig. 22).

In südlicheren Breiten geht nach erfolgter Befruchtung des Eies die Entwicklung ununterbrochen weiter; bei uns hingegen

---

<sup>1)</sup> Crüger will hier auf gleichem Stadium nur Zellkerne gesehen haben (l. c. Sp. 73), Schacht, mit Ausnahme des Chalaza-Endes, wo einige kleine Zellen liegen, nichts was sich als Keimkörperchen ansprechen liesse.

<sup>2)</sup> l. c. p. 67.

<sup>3)</sup> Von Crüger, Schacht, Hofmeister.

tritt dann die Ruhezeit ein und wir finden somit, den ganzen Winter über, im vorderen Embryosack-Ende, fast ausnahmslos, nur die eine, von einer Cellulose-Membran umhüllte Zelle.

Auf Madeira, wo die Blüthezeit der Mandarine in den April fällt, sah Schacht den eben erwähnten Entwicklungszustand schon gegen Ende Juni erreicht. Das Ei war auch manchmal schon um diese Zeit durch eine wagerechte Scheidewand getheilt <sup>1)</sup>. Schacht erklärt auch richtig <sup>2)</sup> diese Zelle, die er im vorderen Embryosackende sieht, für das befruchtete „Keimkörperchen“ und fügt hinzu: „unbefruchtete, d. h. membranlose Keimkörperchen finde ich aber auch um diese Zeit weder in der Spitze noch an den Seiten des Embryosackes.“

Nur wenig später, Anfangs Juni, zeigen sich hierauf nach Schacht, bei der Mandarine, auch seitlich am Embryosack, jedoch meistens auf die obere Hälfte desselben beschränkt, dem befruchteten „Keimkörperchen“ ganz ähnliche Zellen, oder bereits aus ihnen hervorgegangene mehrzellige Körper, und man überzeuge sich leicht, dass alle Keimanlagen in ihrer Jugend an der Membran des Embryosackes befestigt seien <sup>3)</sup>. Es ist Schacht wahrscheinlicher, dass auch hier diese Keimkörperchen vor der Befruchtung vorhanden sind, es bleibe aber immerhin fraglich, ob ihr Entstehen an ganz bestimmten Orten nicht durch die Gegenwart der befruchtenden Körper eingeleitet werde, die sich vom Pollenschlauche aus über den Embryosack verbreiten <sup>4)</sup>.

In meiner letzten Publication <sup>5)</sup> habe ich mir bereits, nach Analogie, anzunehmen erlaubt, dass auch bei Citrus-Arten die, ausser dem befruchteten Eie, Embryonen bildenden Anlagen aus dem Nucellargewebe hervorgehen. Ich will diese Annahme nunmehr zu beweisen suchen.

Untersucht man Orangen bei uns, nach Beginn der neuen Vegetationszeit, oder im Süden nach erfolgter Befruchtung des Eies, so sieht man dieses zunächst ein oder ein paar Mal sich theilen (Fig. 24) und alsbald auch eigenthümliche Vorgänge im Embryosack folgen. Innerhalb der Nucellarzellen, welche den etwas verjüngten Embryosackscheitel umgeben, oder häufig auch innerhalb jener die tiefer an die vordere Embryosackhälfte grenzen, sieht

<sup>1)</sup> Jahrb. f. wiss. Bot. 1858. Bd. I p. 211.

<sup>2)</sup> In seiner zweiten Publication.

<sup>3)</sup> l. c. p. 212.

<sup>4)</sup> l. c. p. 215.

<sup>5)</sup> p. 67.

man einzelne Zellen sich durch ihre Grösse und durch ihren Inhalt gegen die benachbarten hervorthun. Diese Zellen können, wie in den Figuren 25, 26, 32 oder 33, durch mehrere andere Zellen von der Embryosackwand getrennt sein, oder auch, wie in den Figuren 23, 29 (links), oder 31 (links), unmittelbar an dieselbe stossen. Diese Zellen, zunächst sicher von den benachbarten nicht verschieden, runden sich ab (Fig. 25, 32, 33), füllen sich mit körnigen Stoffen an, und stechen um so deutlicher gegen die benachbarten ab, als sie dieselben, selbst an Grösse zunehmend, mehr oder weniger zerdrücken. Die Zelle theilt sich zunächst in 2 Hälften (Fig. 25 links) und dann weiter nach allen Richtungen des Raumes, sich somit in einen Zellkörper verwandelnd. Diese fortschreitende Entwicklung ist natürlich mit fortgesetzter Grössenzunahme verbunden, die an die Anlage grenzenden Zellen werden hierbei zerquetscht, und zwar vornehmlich oder ausschliesslich diejenigen, welche sie von der Embryosackwand trennen (Fig. 26). Die Wände der verdrängten Zellen nehmen hierbei meist eine gelbe bis gelbbraune Färbung an und markiren sich somit scharf als solche. Die wachsende Anlage hat bald die Embryosackwand erreicht und wölbt sich in die vom Embryosack eingenommene Höhlung hinein (Fig. 27, 30). Die Wand des Embryosackes wird, wie es scheint, hierbei nicht durchbrochen noch sofort resorbirt, sondern wächst zunächst mit der Anlage, sich dicht derselben anschmiegend, bis sie nach einiger Zeit nicht mehr um dieselbe nachzuweisen ist.

Es war Schacht schon aufgefallen, dass bei Freilegung des Embryosackes derselbe in der Regel die Keimanlagen an den Wandungen des Eichenkerns zurücklässt. Schacht konnte trotzdem nur selten einen Riss oder eine Oeffnung am Embryosack erkennen, schreibt aber diese Erscheinung „der grossen Dehnbarkeit der Haut des Keimsackes“ zu. In dem Verhalten der Keimanlagen erblickt er andererseits nur den Beweis dafür, dass sie wie sonst „Keimkörperchen“ frei mit ihrer Spitze über die Membran des Embryosackes hervorragen <sup>1)</sup>).

Nicht alle adventive Keimanlagen werden zu gleicher Zeit angelegt, sie können sich vielmehr in ziemlich weiten Zeitabschnitten folgen, so dass man neben relativ vorgeschrittenen Zuständen auch noch ganz junge findet (Fig. 29, 31). Manchmal häufen sich die Anlagen ganz ausserordentlich in der vorderen Embryosackhälfte, welche

---

<sup>1)</sup> l. c. p. 212.

dann thatsächlich von dem von Hofmeister, schon für die Zeiten vor der Befruchtung, beschriebenen Zellenbrei erfüllt erscheint. An entfernteren Orten der Seitenwandung des Embryosackes habe ich solche Häufung der Anlagen nicht beobachtet; an der hinteren Hälfte des Embryosackes sah ich überhaupt kaum jemals Keimanlagen entstehen.

In dem Maasse als die Anlage der Adventivkeime fortschreitet sehe ich die kleinen den Pollenschlauchweg bezeichnenden Nucellar-Zellen sich von ihrem Inhalte entleeren. Diese Entleerung schreitet von oben nach unten fort (Fig. 35, 29), schliesslich bleiben nur noch wenige der unteren, an den Embryosack fast grenzenden Zellen durch ihren stark lichtbrechenden Inhalt, meist auch Gelbfärbung ihrer Wände markirt.

Während dem hat auch die aus dem befruchteten Ei hervorgegangene Keimanlage sich weiter entwickelt. In seltenen Fällen bleibt sie isolirt im Embryosack (so in dem Embryosack, dem ich die Fig. 28 entnommen). Nur ausnahmsweise sind adventive Anlagen allein vorhanden bei obliterirtem Ei (Fig. 26). Gewöhnlich findet man den Keim und die adventiven Keime zugleich in demselben Embryosack.

Ein einziges Mal beobachtete ich in einer unserer Orangen in demselben Jahre in dem sie angelegt worden war, noch vor Eintritt der Winterruhe, die Bildung einer adventiven Sprossung in den Embryosack hinein. Ich habe diesen Fall in Fig. 23 abgebildet; derselbe war noch dadurch merkwürdig, dass die Zelle für die adventive Keimanlage sich nicht gegen die anderen isolirt hatte, sondern in ursprünglichem Verhältniss zu denselben verblieben war und somit der aus ihr hervorgegangene Höcker, ganz ähnlich etwa wie bei *Nothoscordum fragrans*, mit breiter Basis dem Nucellargewebe aufsass.

Der Umstand, dass hier die Adventivkeime aus einzelnen Zellen entstehen und dass diese Zellen sich sofort gegen das umgebende Gewebe sondern, bringt es mit sich, dass sie frühzeitig von einer aus dem Ei hervorgegangenen Anlage kaum zu unterscheiden sind. (Vergl. Fig. 30 oder 27 mit 29, 34 oder 35.)

Die Eichen der Orangen überwintern bei uns bei etwa 1 Mm. Grösse. Die adventive Keimbildung beginnt in denselben im kommenden Jahre, nachdem sie etwa die Grösse von 3 Mm. erreicht haben. Die bei schwacher Vergrösserung entworfene Fig. 36 ist einem Eichen von circa 5 Mm. Höhe entnommen. Adventiv-

keime mit angelegten Cotyledonen, wie der in Fig. 37 skizzirte, fand ich in Samen von etwa 8 Mm.

Die Erzeugung des Endosperms durch freie Zellbildung beginnt im Umfang des Embryosacks auf Stadien wie diejenigen in Fig. 29 oder 34 dargestellten; die angelegten Zellen vermehren sich weiter durch Theilung. Auf Zuständen wie in Fig. 37 fand ich den ganzen Embryosack mit Endosperm erfüllt. Auf gleichem Stadium ist fast alles Nucellargewebe im Umfang des Embryosackes, namentlich an dessen vorderer Hälfte, verdrängt.

Wo eine grössere Anzahl Anlagen vorhanden, beginnen sich diese alsbald in ihrer Entwicklung zu hindern. Manchmal verdrängt eine einzige alle anderen sowie das Endosperm und füllt schliesslich für sich allein den Embryosack aus; andere Male findet man 2 oder selbst noch mehr normal entwickelte Embryonen vor, oder einen oder mehrere normal entwickelte neben anderen mehr oder weniger zurückgebliebenen.

Es scheint dass bei der Orange der vom Pollenschlauche geübte Reiz zur Weiterentwicklung des Eichens noch vor der Befruchtung, nothwendig sei, und da die Adventivembryonen erst in fortgeschrittneren Samenanlagen erzeugt werden, so wäre deren Bildung hier, zum Mindesten indirect, von dem Eintreffen der Befruchtung abhängig.

Eine Pflanze die den Schacht'schen Angaben zufolge, ebenfalls unter die polyembryonischen gehört, ist *Mangifera indica* L.<sup>1)</sup> Der Zufall fügte es, dass mir Untersuchungsmaterial von dieser Pflanze zur Verfügung stand. Ich fand nämlich, von Schleiden stammend, in der jenaischen Sammlung ein Gläschen vor, das verschiedene grosse Früchte in Alcohol aufbewahrt führte. Das Material ist, wie es die Aufschrift aussagt, von H. Karsten in Columbia gesammelt worden. Leider liess die Vollständigkeit und der Erhaltungszustand des Materials viel zu wünschen übrig, nichts destoweniger genügte es zu einer vorläufigen Orientirung. Die Aehnlichkeit gewisser Zustände mit entsprechenden bei den Orangen war nämlich zu gross, als dass nicht auch ähnliche Entwicklung hier hätte angenommen werden können. Die Aehnlichkeit trifft vornehmlich diejenigen Fälle, wo (wie in Fig. 40) die einzelnen Adventivkeime isolirt angelegt erscheinen, weniger solche, wo sie aus mehr oder weniger zusammenhängenden Wülsten sich differen-

---

<sup>1)</sup> Madeira und Tenerife 1859. p. 83. Anatomie und Physiologie Bd. II 1859 p. 395.

ziren (wie in Fig. 39 und 40). Ein halb reifer Samen zeigte mir eine ganze Anzahl in einer Reihe angeordneter, und mehr oder weniger übereinander greifender Adventivkeime von verschiedenen Dimensionen, grösstentheils mit schon angelegten Keimblättern.

Ueber den Habitus eines jungen Eichens der *Mangifera indica* soll uns der 10 Mal vergrösserte Längsschnitt Fig. 38 orientiren; die einem halbreifen Samen entnommene Fig. 42 ist bei gleich starker Vergrösserung gezeichnet.

Das an den Embryosack grenzende Nucellargewebe hat hier, abgesehen von der adventiven Keimbildung, die Neigung gegen den Embryosack vorzudringen und denselben mehr oder weniger zu verdrängen (Fig. 40), ja manchmal, wie in Fig. 39, bis auf den von den Adventivanlagen eingenommenen Raum. Natürlich muss solches Nucellargewebe dann selbst wieder den wachsenden Adventivkeimen weichen.

Von der Raphe des Eichens, und somit auch des späteren Samens, sieht man hier, was nicht eben häufig der Fall, von Tracheen gebildete Seitenäste entspringen, die sich in dem einfachen Integumente oft bis fast an die Mikropyle verfolgen lassen. (Vergl. Fig. 38 und Fig. 42, in welcher letzteren der Schnitt, rechts oben, eine ganze Anzahl zusammenhängender Tracheenzweige bloslegte.)

In dem reifen Samen von *Mangifera indica* fand Schacht<sup>1)</sup> in der Regel mehrere, ja bis vier Keime; bei einer anderen nah verwandten *Mangifera*-Art hingegen constant nur einen. Es scheint somit zwischen den *Mangifera*-Arten in dieser Beziehung ein ähnliches Verhältniss zu bestehen wie zwischen *Nothoscordum fragrans* und *N. striatum*, bei welchem letzteren ich stets auch nur einen, aus dem befruchteten Ei entstandenen Keim beobachten konnte.

*Evonymus latifolius* L. ist auch meist polyembryonisch. In das Lob, welches Braun<sup>2)</sup> dieser „vortrefflichen“ Pflanze ertheilt, möchte ich aber doch nicht einstimmen. Denn für das Studium der ersten Vorgänge im Embryosack ist sie durchaus nicht günstig. Wie Braun angibt wurde die Polyembryonie bei *Evonymus latifolius* drei unabhängige Male entdeckt, zuerst 1807 von Aubert du Petit-Thouars<sup>3)</sup>, dann 1820 von Grebel<sup>4)</sup>, endlich 1838 von Treviranus<sup>5)</sup>. Unter 50 von Braun unter-

<sup>1)</sup> l. c. p. 83 u. 395.

<sup>2)</sup> l. c. p. 156.

<sup>3)</sup> Bullet. de la soc. philomat. de Paris I. 1807, p. 199.

<sup>4)</sup> Flora 1820 I p. 321.

<sup>5)</sup> Physiol. d. Gew. II. p. 456. T. III. F. 40.



suchten Samen zeigten 28 Polyembryonie und zwar 24 mit 2, 3 mit 3, 1 mit 4 Keimlingen.

Zunächst constatirte ich, dass das junge Eichen nur drei Zellen im vorderen Ende des Embryosackes führt: ein Ei und zwei Synergiden; dann stellte ich fest, dass das Ei trotz erfolgter Befruchtung, sich nur selten zum Keime entwickelt, dass vielmehr benachbarte Nucellarzellen alsbald in das Innere des Embryosacks eindringen und sich hier zu Adventivkeimen ausbilden. Dieses geschieht übrigens erst ziemlich spät nachdem das Eichen zuvor das vielfache seines ursprünglichen Volumens erreicht hat und die freie Endosperm bildung im Umkreis des Embryosacks beginnt. Meist wird zur adventiven Keimanlage nur eine Nucellarzelle vorgewölbt, so dass die Anlage nicht anders als wie ein aus dem Ei hervorgegangener Keim inserirt erscheint, oder aber die adventive Bildung beginnt mit einem grösseren Zellencomplexe. Meine Figuren 43 und 44 zeigen den Entwicklungsgrad adventiver Keimanlagen in Eichen, welche eine Höhe von 4—5 Mm. erreicht hatten und die ich zu Anfang Juli untersuchte. Fig. 43 zeigt zwei Anlagen, von denen die eine mit breiter die andere mit schmaler Basis inserirt erscheint; Fig. 44 vier Anlagen, die alle bis zur Insertionsstelle verfolgt werden konnten, nachdem zuvor der Präparat durch Erwärmen in Kalilauge durchsichtig gemacht worden war.

*Caelebogyne ilicifolia* J. Smith. ist auch nicht zu den für das Studium der Polyembryonie geeigneten Pflanzen zu rechnen, so dass diejenigen Forscher, die sich mit ihr beschäftigten, ohne günstigere Objecte zu kennen, kaum zu einer richtigen Würdigung der Polyembryonie gelangen konnten. Es ist zwar schon von dem Verfasser eines Aufsatzes in der *Bonplandia* von 1858 (Nº. 14) erklärt worden, es liege bei *Caelebogyne* nicht Keimbildung sondern Sprossbildung im Eichen vor, doch stützte dieser seine Behauptung nur auf das Aussehen der reifen Gebilde im Innern der Eichen, welche ihm nicht keimgemäss auszusehen schienen — worauf Braun mit Recht entgegen konnte <sup>1)</sup>: „dass die Embryonen von *Caelebogyne* allen Anforderungen entsprechen, die man an wahre Keimlinge machen kann.

Das reife Eichen von *Caelebogyne ilicifolia*, zu der Zeit, da der Eiapparat und die Gegenfüsslerinnen angelegt sind, zählt nur etwa 1 Mm. Höhe (Fig. 45). Ich finde den Eiapparat so wie die

<sup>1)</sup> l. c. p. 121.

Gegenfüsslerinnen durch je 3 Zellen repräsentirt (Fig. 46). Somit hatte Radlkofer recht, wenn er 3 „Keimbläschen“ für diese Pflanze angiebt<sup>1)</sup>, die Bilder welche hingegen Deecke entworfen und Braun in seine erste Abhandlung über Parthenogenesis aufgenommen, zeigen nicht „Keimbläschen“ sondern spätere Zustände, mit Anlagen der Adventivkeime; die Figur endlich, welche bei Karsten einen Embryosack mit anstossendem Pollenschlauch und zwei in Theilung eintretende Keimzellen vorführen soll<sup>2)</sup>, hat mit dem Gegenstande überhaupt keine Aehnlichkeit. In Wirklichkeit ist das Bild so, wie es unsere Figur 46 vorführt, die beiden Gehülffinnen nehmen das vordere Ende des Embryosackes ein, sie sind gleichmässig mit feinkörnigen Protoplasmen erfüllt bis auf ihr vorderes Ende, das homogen erscheint. Ueber diesem ist die Embryosackwand aufgequollen. Das Ei ist tiefer als die Gehülffinnen inserirt und wie sonst für gewöhnlich gebaut; in der Lage der Figur 46 wird es von den Gehülffinnen gedeckt.

Wie bekannt muss bei uns, da wir nur weibliche Stöcke cultiviren, von den seltenen Fällen abgesehen wo diese Zwitterblüthen tragen, die Bestäubung der Caelebogyne unterbleiben; nichts destoweniger ist durch Braun<sup>3)</sup> und Hanstein<sup>4)</sup> nachgewiesen worden, dass viele Blüthen sich zur Frucht entwickeln und keimfähige Samen enthalten können. Hieraus wurde auf Parthenogenesis geschlossen. — Gleichzeitig zeigte sich, dass die Caelebogyne-Samen öfters polyembryonisch sind<sup>5)</sup>, wie beispielsweise Hanstein unter 17 Früchten bei 5 in je einem Fache einen Keim, bei einer sechsten in 2 Fächern ein Zwillingsspaar, bei einer siebenten in einem Fache ein Drillingspaar und bei einer achten und neunten in je einem Fache Vierlinge fand<sup>6)</sup>; die andern Samen der genannten Früchte waren steril und zwar: angefangen von hohlen verschrumpften Samen mit nicht mehr erkennbarem Kerngewebe, waren da alle Zwischenformen bis zu solchen mit leerem aber sonst vollendet entwickeltem Endosperm von normaler Gestalt vorhanden<sup>7)</sup>.

Schon der Umstand, dass Caelebogyne auch polyembryonisch sein kann, musste uns auf den Gedanken bringen, dass sie nicht

---

1) Braun, Parthenogenesis p. 325 und Polyembryonie p. 129.

2) Das Geschlechtsleben der Pflanzen etc. Taf. I.

3) l. c.

4) Botanische Abhandlungen Bd. III, Heft 3, 1877.

5) Braun, Polyembryonie p. 127.

6) l. c. p. 25.

7) l. c. p. 26.

im eigentlichen Sinne parthenogenetisch sei d. h. dass sie nicht ihre Keime aus unbefruchteten Eiern entwickle, dass sie vielmehr Adventivkeime aus den Zellen ihres Nucellus bilde.

Von den vielen Blüten, welche ein blühbarer Stock der *Cacalebogyne* erzeugen kann, gehen die meisten wohl zu Grunde, an denjenigen, welche zur Frucht anschwellen, sind meist bis zur Reife die intacten Narben zu sehen. Hanstein hob neuerdings hervor, wie unregelmässig die Entwicklung dieser Früchte sei im Hinblick auf die Zeit, die sie bis zum Reifen brauchen <sup>1)</sup>).

Auch die Eichen die ich solchen Fruchtknoten entnahm, die bis auf das Doppelte ihres ursprünglichen Volumens angeschwollen waren, fand ich meist leer. Der Eiapparat war bereits desorganisiert, und nichts Anderes an dessen Stelle gebildet worden, am hinteren Ende begann der Embryosack oft schon abzusterben; oft aber auch schien er sich, bei sonst normaler Entwicklung, zur Endospermibildung anzuschicken. In wenigen Eichen konnte man aber auch eine beginnende Wucherung des Nucellargewebes am Scheitel des Embryosacks bemerken. Meist war es nur die unterste Zelle einer der mittleren, auf den Embryosackscheitel stossenden Reihen des Nucellus, die in den Embryosack hinein sich wölbte. Hin und wider aber auch die Endzellen von zwei, vielleicht selbst von noch mehr Reihen (Fig. 47). In günstigsten Fällen konnte man noch die Verdrängung des Eiapparates durch diese vordringenden Zellen feststellen (Fig. 47) <sup>2)</sup>. Der Eiapparat wird alsbald resorbiert, die vorgedrungenen Nucellarzellen runden sich aber zu Gebilden ab, die oft eine Zeitlang stationär bleiben, mit Stärke sich füllen, und nun täuschend befruchteten Eiern ähnlich sind. Man sieht deren eine (Fig. 48) <sup>3)</sup> selten mehr im Embryosackscheitel. Sie erinnern in ihrem Habitus an einzelne der angeschwollenen Nucellarzellen bei *Citrus* (vergl. Fig. 25 rechts und links, 29 links, 31 links), sie sind es wohl auch, die Deecke als ein (l. c. Fig. 13) oder zwei (l. c. Fig. 11, 12) „befruchtete Keimbläschen“ abgebildet hat. Nur selten erfolgt die Anlage nicht im Scheitel selbst, sondern seitlich von demselben (Fig. 50). In den meisten Fällen treten die vorgewölbten Nucellarzellen sofort in Theilung ein und haben bald ein vielzelliges Gebilde erzeugt, das mehr oder weniger vollständig den Embryosackscheitel erfüllt (Fig. 49,

---

<sup>1)</sup> l. c. p. 14.

<sup>2)</sup> Einem 1,6 Mm. hohen Eichen entnommen.

<sup>3)</sup> Aus einem 2 Mm. hohen Eichen.

51, 52)<sup>1)</sup>. Die Fälle, in denen sich mehr denn eine Nucellazelle vorgewölbt, dürften vornehmlich Polyembryonie veranlassen, doch dürfte eine solche auch durch spätere Gliederung einer zunächst einfachen Anlage entstehen können. — Um die Zeit der beginnenden Wucherung des Nucellargewebes fängt auch die freie Endosperm Bildung im Umkreis des Embryosackes an; sie schreitet rascher als die Entwicklung der Adventivkeime vor, so dass letztere meist nur geringe Dimensionen erreicht haben, wenn der Embryosack mit Endosperm schon ausgefüllt erscheint (Fig. 52). Sie haben dann bei fortschreitendem Wachsthum das Endosperm in entsprechendem Maasse zu verdrängen.

Ueber die Lage und die Gestalt der reifen Adventivkeime geben die Beschreibungen und Abbildungen von Braun und Hanstein hinlänglichen Aufschluss.

---

In meinem Aufsatze über Befruchtung habe ich bereits darauf aufmerksam gemacht, dass bei *Funkia ovata* und *Nothoscordum fragrans* trotz Bildung der Adventivembryonen, eine Befruchtung des Eies stattfindet. Ich ventilirte damals schon die Frage, ob denn nicht auch ohne Bestäubung und Befruchtung hier die Ausbildung der Adventivkeime erfolgen könne? Die Möglichkeit einer solchen Ausbildung lag ja vor, gestützt namentlich auf die Erfahrungen bei *Caelebogyne*, bei der ja thatsächlich Polyembryonie ohne Befruchtung vorliegt.

Ich versuchte es nunmehr bei *Nothoscordum fragrans* die Frage experimentell zu prüfen. Eine Blüthendolde, die ich im vorigen Herbst aus Berlin erhielt, wurde in Wasser gesetzt, alle Blüthen an derselben bis auf zwei noch geschlossene entfernt, und diese beiden dann castrirt. Mit einer feinen Pincette gelingt die Operation ganz leicht ohne die Blüthen sonst zu beschädigen. Die je 6 Antheren prüfte ich unter dem Mikroskope, und constatirte, dass sie noch geschlossen waren und ihr Pollen den Reifezustand nicht erreicht hatte. Nach einigen Tagen öffneten sich die beiden Blüthen und zeigten, abgesehen von den fehlenden Staubbeuteln, ganz normalen Habitus. Sie verbreiteten auch einen angenehmen Duft, ihre Narben waren bald reif und secernirten kleine Tröpfchen. Wie das ja in unbestäubt gebliebenen Blüthen auch sonst

---

<sup>1)</sup> Fig. 49 aus einem 2,5 Mm., Fig. 51 aus einem 3 Mm., Fig. 52 aus einem 4,3 Mm. hohen Eichen.

beobachtet wurde, erhielten sich diese Narben frisch über zwei Wochen. Während dieser ganzen Zeit hatten sie nicht aufgehört Tröpfchen auszuseiden. Nun erst welkten die Blüthenhüllen, bald auch die Narben und es war augenscheinlich, dass die Fruchtknoten schwellen. Der eine hatte bald die Oberhand über den anderen gewonnen und erreichte schliesslich, 5 Wochen nach Beginn des Experiments, die Länge von 1 Decimeter. Bis dahin hatte sich die Inflorescenzaxe ziemlich frisch gehalten, jetzt fing sie von unten an zu vergilben. Das veranlasste mich die Dolde in Alcohol zu legen. Die bekannte Zähigkeit der Alliumarten hatte mir es immerhin ermöglicht, den Blüthenstand mehr denn 5 Wochen am Leben zu erhalten.

Die weitere Untersuchung wurde bald darauf unternommen. Zunächst fühlte ich mich bei Oeffnen der grösseren Fruchtknoten enttäuscht, als ich sah, dass die Eichen in demselben relativ klein geblieben waren und die Fruchtknotenöhlung nicht ausfüllten. Nichts destoweniger lehrten die Schnitte durch die Eichen, dass sowohl in diesem wie auch in dem kleineren Fruchtknoten, die Gewebepolster, welche die Adventivkeime erzeugen, sich weiter entwickelt hatten. In den grössten Eichen des grösseren Fruchtknotens hatten es manche bis zur beginnenden Sonderung in die einzelnen Keimanlagen gebracht. Selbstverständlich war vom Ei in allen Fällen auch nicht die Spur mehr zu sehen. Merkwürdiger Weise war der Embryosack in seiner Entwicklung stets zurückgeblieben, und das bestimmte die, für den betreffenden Entwicklungszustand, relativ geringe Grösse der Eichen. Oefters war der Embryosack vom umgebenden Nucellargewebe ganz verdrängt worden, so dass letzteres nun die Adventivanlage allseitig fast berührte. Die Zellen des adventiven Gewebes erschienen im Allgemeinen inhaltärmer als bei normaler Entwicklung, inhaltsreich aber gegenüber den sonstigen, fast vollständig entleerten Zellen des Eichens, denen sie das ganze Plasma entzogen hatten.

Selbst ein unter so schwierigen Verhältnissen unternommener Versuch hatte somit die Möglichkeit einer Weiterentwicklung des adventiven Gewebepolsters ohne erfolgter Befruchtung ergeben, ich glaubte hieraus die Hoffnung schöpfen zu dürfen, dass es mir in der nächsten Vegetationszeit, unter möglichst günstigen Verhältnissen, gelingen werde, keimfähige Samen aus unbestäubt gebliebenen Blüthen zu erziehen. Meine Erwartungen wurden getäuscht, ich erhielt in den zahlreich castrirten Blüthen nicht andere Resultate als diejenigen, welche mir die Blüthen der abgeschnittenen

Dolde im Herbst gegeben hatten — und doch hatte ich diesmal die kräftigsten Pflanzen zu den Versuchen gewählt, die Blüthendolde an den Stöcken belassen und constatirt, dass unter solchen Umständen auch die castrirten Blüthen zahlreiche vielkeimige Samen ansetzen sobald sie bestäubt werden. Die einzige Differenz, welche ich gegen den Vorherbst an den unbestäubt gebliebenen, castrirten Blüthen erhielt, war, dass das Gewebe der Eichen nicht so völlig erschöpft erschien, die Embryosäcke im Allgemeinen nicht oblitterirt waren. — Die Anlagen der Adventivkeime hatten sich eben so weit als im Vorherbst entwickelt, d. h. deutlich in einzelne Abschnitte gesondert (Fig. 53), dann aber waren die Eichen zu Grunde gegangen und alsbald fast vollständig verschrumpft. — Aus allem diesem folgt, dass bei *Nothoscordum fragrans* eine volle Ausbildung der Samen ohne Zutritt des Pollenschlauches nicht möglich sei, mag dieser nun durch seinen Inhalt oder bloß durch Contact, als mechanischen Reiz, hier zu wirken haben. Zwar zeigten die Versuche dass das Gewebepolster welches die Adventivkeime liefert, ganz unabhängig von äusseren Einflüssen sich weiter entwickeln kann, doch müssen die Anlagen schliesslich zu Grunde gehen, weil das Eichen abstirbt, welches sie nährt. *Nothoscordum fragrans* besitzt eben nicht die Fähigkeit seine Samen ohne Befruchtung zu reifen, dies vermögen nur die *Polypogon* und müssen aber zu denjenigen der adventiven Keimbildung hinzukommen, um die Zeitigung der Adventivkeime in unbestäubt gebliebenen Blüthen zu gestatten. Beide Eigenschaften vereint nun in der That *Caelebogyne illicifolia*; sie vermag einerseits Adventivkeime aus dem Nucellargewebe zu erzeugen, andererseits aber auch s. g. taube Samen zu bilden<sup>1)</sup>. Haben sich in dem tauben Samen Adventivkeime entwickelt, so liegt ein „keimfähiger Samen“ vor uns, wie er für *Caelebogyne* beschrieben wurde.

Es bleibt uns schliesslich noch eine letzte Frage, die ich mir ebenfalls früher schon gestellt hatte<sup>2)</sup>, zu erörtern übrig: ob nämlich alle Fälle von Polyembryonie bei Metaspermen auf adventiver Keimbildung beruhen. Wie erinnerlich, fand ich bei *Santalum album* constant, bei *Sinningia Lindleyana* ausnahmsweise, zwei Eier im Embryosack. Durch letzteres Beispiel war vor allen Dingen erwiesen, dass auch bei Pflanzen die normaler Weise nur ein Ei

<sup>1)</sup> Hanstein l. c. p. 26.

<sup>2)</sup> Befruchtung und Zelltheilung p. 68.



führen, dieses sich hin und wieder verdoppeln kann. Es frug sich nun, ob Polyembryonie nicht durch Weiterentwicklung derartig vermehrter Eier veranlasst werden könnte. Ich glaubte dies für Orchideen erwarten zu können und war auch in meiner Voraussetzung nicht getäuscht. Bei verschiedenen Orchideen sind polyembryonische Samen beobachtet worden, doch nie mehr als zweikeimig <sup>1)</sup>. Schleiden beschreibt sie vornehmlich für *Orchis latifolia*; ich konnte sie bei genannter Pflanze nicht finden, wohl aber bei *Cypripedium Calceolus* und *Gymnadenia conopsea*. Letztere Pflanze ist für die Beobachtung besonders geeignet weil sie völlig durchsichtige Eichen besitzt, was bei *Cypripedium* nicht der Fall; doch waren die zweikeimigen Samen auch bei ihr nur selten, manchmal in einem ganzen Fruchtknoten nicht ein einziger, manchmal einer, höchst selten deren zwei; mehr denn zwei gelang es mir in keinem Falle aufzufinden. Die Seltenheit der Fälle zwang mich meine Beobachtungen auf reifende Samen zu beschränken, in denen die Keime leicht in die Augen fallen, letztere auf ihre Entstehung zu verfolgen schien mir ein Ding der Unmöglichkeit. Bei *Gymnadenia conopsea* wächst der Suspensor des Keimes alsbald zur Mikropyle hervor; er zeigt eine selbständige Entwicklung und vermehrt die Zahl seiner Elemente durch Theilung der terminalen Zelle. Wo nun zwei Keimanlagen in demselben Embryosack neben einander liegen, ragen beider Suspensoren aus der Mikropyle hervor und es ist zu constatiren, dass sich beide gleich verhalten (Fig. 54, 55). Dieses ihr gleiche Aussehen und Verhalten, gestützt durch die Beobachtungen an *Sinningia*, lässt es mir als mehr denn wahrscheinlich erscheinen, dass sie einer Verdopplung des Eies ihre Entstehung verdanken. Diese Verdopplung des Eies dürfte aber ähnlich wie bei *Sinningia* gleich bei dessen Anlage erfolgen. Dass es etwa eine der Gehülfinnen sein sollte, die sich hier wie ein Ei verhält, halte ich auf Grund meiner sonstigen Erfahrung kaum für möglich. Ich wüsste eine solche Annahme auch auf keinerlei Analogie zu stützen, während ich die ausnahmsweise Verdopplung des Eies thatsächlich bei *Sinningia* beobachtet habe. Es wäre von Bedeutung gewesen diese Verdopplung des Eies auch für Orchideen festzustellen, doch sind die Chancen zu gering, bei relativ so schwierigen Objecten einen solchen Fall unter tausenden ausfindig zu machen. Vielleicht leistet hier einmal der Zufall gute Dienste, oder findet sich eine solche Orchideenspecies oder ein

---

<sup>1)</sup> Braun, Polyembryonie p. 147.



Individuum innerhalb einer Species, die ganz besonders zur Zweikeimigkeit neigen.

Auf diese Erfahrungen an Orchideen gestützt möchte ich nunmehr als wahrscheinlich behaupten, dass, wo häufig mehr denn zwei Keime in einem Embryosack angetroffen werden, auf adventive Keimbildung zu schliessen ist; dass hingegen, wo nur ausnahmsweise und nur zwei Keime im Embryosack vorkommen, eine Verdopplung des Eies eher anzunehmen sei.

Auf noch andere Ursachen der Polyembryonie hat vor Zeiten schon Braun hingewiesen: zunächst die Mehrzahl der Eier (Corpuscula) im Embryosack der Archispermen, dann die Spaltung der Keimanlagen bei denselben Archispermen und den Loranthus-Arten<sup>1)</sup>. Bei Ephedra werden sogar, merkwürdiger Weise, in jedem befruchteten Eie sofort eine grosse Anzahl freier Zellen erzeugt, die zu eben so viel Embryonalanlagen auswachsen<sup>2)</sup>. Es ist zu verwundern, dass die so reich angelegte Polyembryonie bei Archispermen nur ganz selten zur wirklichen Polyembryonie im reifen Samen führt, und auch bei Loranthus kommt nur ein Embryo zur Entwicklung. Polyembryonie kann weiter, wie Braun hervorhebt, dadurch ermöglicht werden, dass mehr denn ein Embryosack im Eichen auftritt<sup>3)</sup>. So tritt man beispielsweise bei Coniferen nicht gar zu selten zwei Embryosäcke selbst im reifen Samen, doch hat man bis jetzt nur den einen fertil befunden. Bei Cheiranthus Cheiri, Rosen, ist trotz der Mehrzahl der Embryosäcke im jungen Eichen, Polyembryonie im reifen Samen nicht beobachtet, auch hat der fertile Embryosack alsbald die sterilen verdrängt. Hingegen führt in der That die Mehrzahl der Embryosäcke in der Fruchtanlage von Viscum album oft zur ausgebildeten Polyembryonie, doch sind diese Embryosäcke, Van Tieghem zufolge, nicht als einem Eichen, vielmehr als einer entsprechenden Anzahl von in die Fruchtblätter aufgenommenen Eichen gehörig zu betrachten. — Endlich hebt Braun hervor, dass Polyembryonie durch eine abnorme Theilung des Nucellus veranlasst werden kann<sup>4)</sup>. Hofmeister beschrieb bei Morus albus als häufige Monstrosität das Vorhandensein zweier Eichenkerne innerhalb eines innern Integuments. Schacht beobachtete bei Orchis Morio zwei Eichenkerne, jeder vom innern Integument

<sup>1)</sup> Polyembryonie p. 138 ff.

<sup>2)</sup> Zellbildung und Zelltheilung II<sup>te</sup> Aufl. p. 5.

<sup>3)</sup> Polyembryonie p. 131.

<sup>4)</sup> l. c. p. 142.

umgeben, innerhalb eines gemeinsamen äusseren Integuments. Mir kam der gleiche Fall bei *Gymnadenia conopsea* vor (Fig. 56), wobei jeder der beiden Embryosäcke schon eine Keimanlage enthielt <sup>1)</sup>. — Dass diejenigen Fälle, in denen mehrere Eichen verwachsen, nur zu unächter Polyembryonie führen, hebt schon Braun hervor <sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Der von Schleiden beschriebene und abgebildete (Grundzüge IV. Aufl. Taf. IV Fig. 7) Fall einer graviditas extrauterina bei *Orchis latifolia* dürfte vielmehr auf eine ähnliche Anlage und nachträgliche Verdrängung des umgebenden Gewebes zurückzuführen sein, wenn das Bild nicht eben nur einer beliebigen Täuschung seine Entstehung verdankt.

<sup>2)</sup> l. c. p. 141.

## Erklärung der Abbildungen

auf Taf. XV — XIX.

### Fig. 1 — 5. *Funkia ovata*.

- Fig. 1. Scheitel des Embryosackes und des Nucellus vor Beginn der adventiven Keimbildung. Zwei Keimkörperchen im Keimkern. Vergr. 240.
- Fig. 2 und 3. Junge Zustände der adventiven Keimbildung. In Fig. 3 zwei Zellkerne im Ei. Vergr. 240.
- Fig. 4. Vorgeschrittenere adventive Keimbildung; in diesem Falle auch Weiterentwicklung des Eies. Vergr. 240.
- Fig. 5. Noch weiter vorgeschrittene Adventivkeime neben ganz jungen Anlagen. Vergr. 100.

### Fig. 6 — 20. *Nothoscordum fragrans*.

Vergr. 240.

- Fig. 6 und 7. Junge Embryosäcke mit je zwei Zellkernen.
- Fig. 8. Mit zwei Mal zwei Zellkernen.
- Fig. 9. Der Eiapparat und die Gegenfüßlerinnen isoliert. Das Nucellarpolster stark entwickelt.
- Fig. 10. Eiapparat und Gegenfüßlerinnen eben in der Bildung.
- Fig. 11. Nach vollendeter Anlage des Eiapparates und der Gegenfüßlerinnen, die innere Nucellarschicht ausnahmsweise erhalten.
- Fig. 12. Nucellarpolster frühzeitig erzeugt.
- Fig. 13. Nucellarpolster einseitig entwickelt.
- Fig. 14. Theilung einer ersten Nucellarpolsterzelle links.
- Fig. 15. Nucellarpolster fertig angelegt.
- Fig. 16 und 17. Wucherungsfälle des Nucellargewebes.
- Fig. 18. Einseitige Bildung des Nucellarpolsters, zwei Zellkerne im befruchteten Ei.
- Fig. 19. Aehnlicher Zustand im Ei, das Nucellarpolster in anderer doch ebenfalls ungewohnter Vertheilung.
- Fig. 20. Nucellarpolster weiter auswachsend. Das Ei wiederholt getheilt.

Fig. 21 — 37. *Citrus Aurantium*.

- Fig. 21. Längsschnitt durch das Eichen zur Zeit der Winterruhe. Vergr. 20.
- Fig. 22. Der obere Theil desselben Eichens, 240 Mal vergrößert.
- Fig. 23. Kurz vor Beginn der Winterruhe. Ausnahmsweise frühzeitige Bildung eines Nucellar-Auswuchses in die Embryosackhöhlung hinein. Dieser Auswuchs in seiner Entwicklung etwas verschieden von den später aufzutretenden. Vergr. 240.
- Fig. 24. Erste Theilung des Eies bei Antritt der neuen Vegetationsperiode. Vergr. 240.
- Fig. 25. Weiter vorgeschrittener Zustand. Im Nucellargewebe, beiderseits vom Embryosackscheitel, haben sich je eine Zelle gegen die umgebenden besonders differenzirt, die Zelle rechts schon einmal getheilt. Vergr. 240.
- Fig. 26. Eine besonders differenzirte und bereits einmal getheilte Nucellarzelle ist tiefer, links, am Embryosack zu bemerken. Die Eianlage ist in diesem Falle obliterirt. Vergr. 240.
- Fig. 27. Mehrzellige Keimanlage im Scheitel des Embryosackes und ziemlich vorgerückter Adventivkeim seitlich in demselben. Vergr. 240.
- Fig. 28. Keimanlage. In diesem Embryosacke waren Adventivkeime nicht angelegt worden. Vergr. 240.
- Fig. 29. Junger Keim und adventive Keimanlage im Scheitel eines Embryosacks. Unter den adventiven Anlagen links eine einzellige und eine vierzellige. Letztere besonders instructiv wegen der auffälligen Zurückdrängung der Embryosackwand durch dieselbe. Vergr. 240.
- Fig. 30. Adventive Keimanlage von der Seitenwandung eines Embryosacks entnommen. Vergr. 240.
- Fig. 31. Die Scheitelgegend eines Embryosacks mit besonders zahlreichen Anlagen von Adventivkeimen. Vergr. 240.
- Fig. 32 und 33. Einzellige adventive Keimanlagen an der Seitenwandung eines Embryosacks, relativ sehr weit von dessen Scheitel entstanden. Vergr. 240.
- Fig. 34. Ziemlich vorgeschrittene Keimanlage. Vergr. 100.
- Fig. 35. Keimanlage, dahinter eine adventive Keimanlage. Vergr. 240.
- Fig. 36. Der obere Theil eines Embryosacks mit zahlreichen adventiven Keimanlagen. Vergr. 20.
- Fig. 37. Der obere Theil eines Embryosacks mit Anlagen, deren eine bereits die beiden Cotyledonen angelegt hat. Vergr. 20.

Fig. 38 — 42. *Mangifera indica*.

Fig. 38. Längsschnitt durch ein Eichen. Vergr. 10.

Fig. 39. Seitliche Anlage zur adventiven Keimbildung, Vergr. 100.

Fig. 40 und 41. Vorgeschrittenere Zustände der adventiven Keimbildung. In Fig. 40 ein Scheitel des Embryosacks zusammengedrängt; in Fig. 41 in verschiedener Höhe in dem vorderen Embryosack-Ende vertheilt. Vergr. 100.

Fig. 42. Fast reifer Same mit einer Anzahl verschieden grosser, doch meist schon mit Cotyledonen-Anlagen versehener Adventivkeime. Vergr. 10.

Fig. 43 — 44. *Evonymus latifolius*.

Fig. 43. Der obere Theil des Eichens. I, das einfache Integument N, der Nucellus; zwei adventive Keimanlagen. Vergr. 50.

Fig. 44. Mit vier adventiven Keimanlagen. Vergr. 50.

Fig. 45 — 52. *Caelebogyne ilicifolia*.

Fig. 45. Reifes Eichen (1 Mm. c. hoch), 25 Mal vergr.

Fig. 46. Der Embryosack aus demselben Eichen mit Eiapparat und Gegenfüsslerinnen. Vergr. 600.

Fig. 47—52. Verschieden angelegte und verschieden weit vorgeschrittene Anlagen der Adventivkeime. In Fig. 47 (aus einem 1,6 Mm. hohen Eichen) wird der Eiapparat verdrängt von den auswachsenden Nucellarzellen. In Fig. 48 (aus einem 2 Mm. hohen Eichen) ist nur eine Zelle ausgewachsen und bleibt eine Zeitlang stationär. Fig. 49 (aus einem 2,5 Mm. hohen Eichen) und Fig. 51 (aus einem 3 Mm. hohen Eichen) mit je einer Anlage. Fig. 52 (aus einem 4,3 Mm. hohen Eichen) mit zwei Anlagen. In Fig. 50 die Anlage seitlich gebildet. Vergr. 240.

Fig. 53. *Nothoscordum fragrans*.

Fig. 53. Ein unbefruchtet gebliebenes Eichen mit adventiven Keimanlagen. Vergr. 25.

Fig. 54 — 56. *Gymnadenia conopsea*.

Fig. 54 und 55. Eichen mit je zwei Keimanlagen. Fig. 54 240, Fig. 55 100 Mal vergrössert.

Fig. 56. Zwei Eichenkerne von besondern innern Integumenten umgeben, innerhalb eines gemeinsamen äussern Integuments. Vergr. 100.

# Die Dotterfurchung von Balanus.

Von

**Dr. Arnold Lang,**

Docent an der Universität Bern.

**Hierzu Tafel XX, XXI.**

Während eines Aufenthaltes in der zoologischen Station zu Neapel in den Monaten Januar bis Mai dieses Jahres hatte ich Gelegenheit, die Dotterfurchung von *Balanus perforatus* zu verfolgen, dessen Eier wegen geringer Färbung für die Untersuchung besonders günstig erscheinen. Einzelne Lücken konnte ich durch Beobachtungen an *Scalpellum* ergänzen. Da ich für *Balanus* zu etwas andern Resultaten gelangt bin, als Van Beneden für *Sacculina* und Willemöes-Suhm für *Lepas fascicularis*, so erscheint vielleicht eine kurze Darstellung der Ergebnisse meiner Untersuchungen nicht überflüssig. — Das befruchtete Ei von *Balanus perforatus* wird von einer Eihülle eingeschlossen, die 0,5 mm. lang und 0,3 mm. breit, eine ovale, an einem Ende etwas spitzer auslaufende Form besitzt. Das Ei hat innerhalb dieser Eihülle eine bestimmte, constante Lage und füllt dieselbe mit Ausnahme kleiner Räume an den Polen beinahe vollständig aus. In den Eierhaufen eines und desselben Thieres trifft man alle Eier auf einem und demselben Stadium an. Auf allen Entwicklungsstufen zeigen die Eihüllen die nämliche Grösse; eine ganz geringe Grössenzunahme ist vielleicht auf Rechnung ihrer Elasticität zu schreiben. Das jüngste Stadium, das mir zu Gesichte kam, zeigte schon zwei Furchungskugeln. Die eine grössere Furchungskugel lag im spitzen Pole der Eihülle. Der ausserordentliche Reichthum an gleichmässig grossen Fetttropfen lässt in ihr die erste Entodermfurchungskugel oder den Nahrungsdotter erkennen. Zwischen den Fetttropfen fand sich kittartig eine feinkörnigere Dottersubstanz. Ein kernartiges Gebilde liess sich nicht nachweisen. Von dieser Entodermkugel durch eine tiefe Ringsfurche getrennt, lag im stumpfern Theile der Eihülle eine kaum

halb so grosse, feinkörnige, durchscheinende, bei auffallendem Lichte weissliche Ectodermkugel (Fig. IV). Auch in dieser liess sich kein Kern nachweisen. Bei *Scalpellum*, dessen Eier etwas grösser sind, kam mir das jüngste Stadium zu Gesicht. Der Dotter zeigte eine Differenzirung in zwei Pole. Ein feinkörniger, der Masse nach viel kleinerer Theil überzog haubenartig am stumpfen Pole der Eischale einen fettreichen, grobkörnigen. Zwischen dem Eidotter und der Eischale zeigte sich nur an demjenigen Pole, wo der feinkörnige Dotter, also am animalen Pole, eine Lücke (Fig. I).

Die Dotterfurchung schreitet in folgender Weise fort. Sind, wie in Fig. IV dargestellt ist, eine Entodermkugel und eine Ektodermkugel gebildet, so zerfällt diese letztere unter Bildung von caryolytischen Figuren in zwei Furchungskugeln (Fig. V). Diese beiden Ektodermzellen sind ungleich gross. Die eine grössere greift seitlich mehr um die noch ungetheilte Entodermzelle herum. Bald zerfallen die beiden Ektodermzellen je wieder in zwei, so dass nun deren 4 vorhanden sind (Fig. VI und Fig. II). Zwei derselben zeigen schon die Tendenz, sich wieder zu theilen (Fig. XIII). Es sind dies diejenigen, die aus der grössern Ektodermzelle entstanden sind. In den Ektodermzellen zeigen sich die Kerne als Sternfiguren. Die Zellen des äussern Blattes theilen sich weiter und beginnen rings um die ungetheilte Entodermkugel herum zu wachsen, doch immer so, dass die eine Seite rascher sich vermehrt. (Beginn der Bildung einer Amphigastrula) (Fig. III; VII; VIII; IX; XIV). Bald sind die Ektodermzellen in einschichtiger Lage um die einzige grosse Entodermzelle herumgewachsen und lassen excentrisch am vegetativen Pole nur noch eine kleine Stelle frei, an welcher der Nahrungsdotter unbedeckt ist. Diese Stelle ist der Urmund (Stelle des Dotterpfropfs) und das Stadium repräsentirt die Amphigastrula (Fig. X und XI). Schon vor der Bildung dieser Amphigastrula deutet an einer Stelle der Entodermkugel das Zurücktreteten der Fetttropfen und die strahlige Anordnung der feinern Dotterelemente auf eine beginnende Furchung auch des Nahrungsdotters hin. Nachdem der Urmund geschlossen und die Ektodermzellen in einschichtiger Lage sich überall über der Nahrungsdotter ausbreiten, theilt sich auch dieser senkrecht auf die Längsaxe des Eies in zwei Entodermzellen. Im Ektoderm zeigen sich in den polygonalen Zellen die Kerne als sehr blasse, bläschenartige Gebilde nunmehr scharf contourirt (Fig. XII). Die Entodermzellen theilen sich weiter in 3 (Fig. XV) und 4 (Fig. XVI). Zugleich vermehren sich auch die Ektodermzellen ausser-



ordentlich stark und werden rasch kleiner. Auf der Seite, auf welcher die Umwachsung schneller geschah, tritt im Ektoderm übrigens eine beträchtliche Verdickung ein. Im weitem Verlauf der Entwicklung theilen sich die Furchungskugeln des Entoderms in 8—10, die sich in zwei longitudinalen Reihen anordnen. Die Ektodermverdickung ist stärker geworden. Der Embryo zeigt 2 etwas schief verlaufende Einschnürungen, wodurch derselbe in die 3 Segmente der Naupliuslarve zerfällt. In der Gegend des früheren Dotterpfropfes erscheinen als kleine gegen die Medianlinie zu gerichtete Hügel die noch einfachen Anlagen der 3 Naupliusfusspaare (Fig. XVII und XVIII). Die Ektodermzellen sind ausserordentlich klein geworden, haben stetsfort deutliche Kerne. Die einfachen Anlagen der beiden Spaltfusspaare theilen sich in zwei Aeste; das Ektoderm bekleidet sich mit einer ausserordentlich zarten Cuticula; am Ende der Gliedmassen treten die Anlagen der Borsten auf (Fig. XIX; XX und XI). Die Verdickung des Ektoderms zeigt sich nun deutlich als eine dorsale. Wenn nun, und zwar ganz genau an der Stelle des frühern Dotterpfropfs, zwischen den länger gewordenen, nach vorn und innen gerichteten Gliedmassen die Anlage des Rüssels und auf der Dorsalseite unter dem nunmehr gebildeten Rückenschild mit den Stirnhörnern das unpaare Naupliusauge entstanden ist; so ist das Embryonalleben des Balanus vorbei und aus dem Eie kriecht die Naupliuslarve, deren weitere Schicksale ich anderswo (in den demnächst erscheinenden Mittheilungen der aargauischen naturforschenden Gesellschaft) beschrieben habe.

---

## Erklärung der Abbildungen

auf Taf. XX u. XXI.

Alle Figuren sind nach Zeichnungen mit der Camera lucida ausgeführt. Für die Vergrößerung sind die Zeiss'schen Linsen angegeben.

Fig. I—III. Stadien der Dotterfurchung von Scalpellum; Fig. II im optischen Längsschnitt. Obj. A; Oc.  $2\frac{1}{2}$ , etwas grösser gezeichnet.

Fig. IV. Balanus. Eine Ektodermzelle a und eine Entodermzelle b. Die Ektodermzellen sind überall dunkler gehalten. Nach Obj. CC. Oc. I um die Hälfte reducirt; ebenso die folgenden Figuren bis zu Fig. XV.

Fig. V. Id. zwei Ektodermzellen.

Fig. VI und XIII. Id. vier Ektodermzellen in Fig. XIII von animalen Pole aus gesehen.

Fig. VII; VIII; IX; X und XIV. Id. Umwachsung der Entodermzelle durch die sich vermehrenden Ektodermzellen. Fig. XIV im optischen Querschnitt.

Fig. XI. Id. Amphigastrula; dp. Dotterpfropf. Optischer Längsschnitt.

Fig. XII. Id. Geschlossenes Blastoderm mit 2 Entodermzellen.

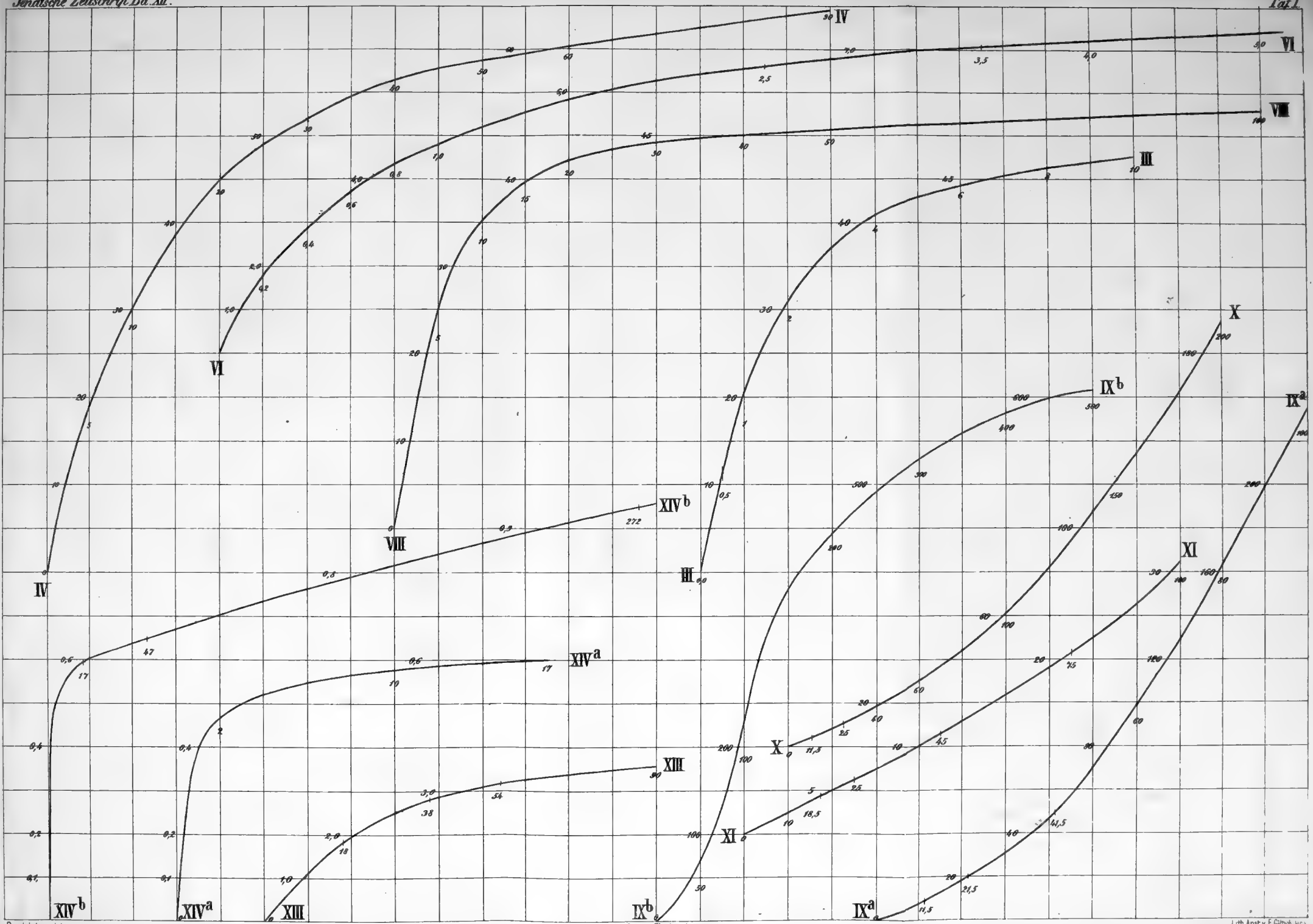
Fig. XV. Id. drei Entodermzellen. Obj. CC. Oc. I; ebenso die folgenden Figuren.

Fig. XVI. Id. vier Entodermzellen.

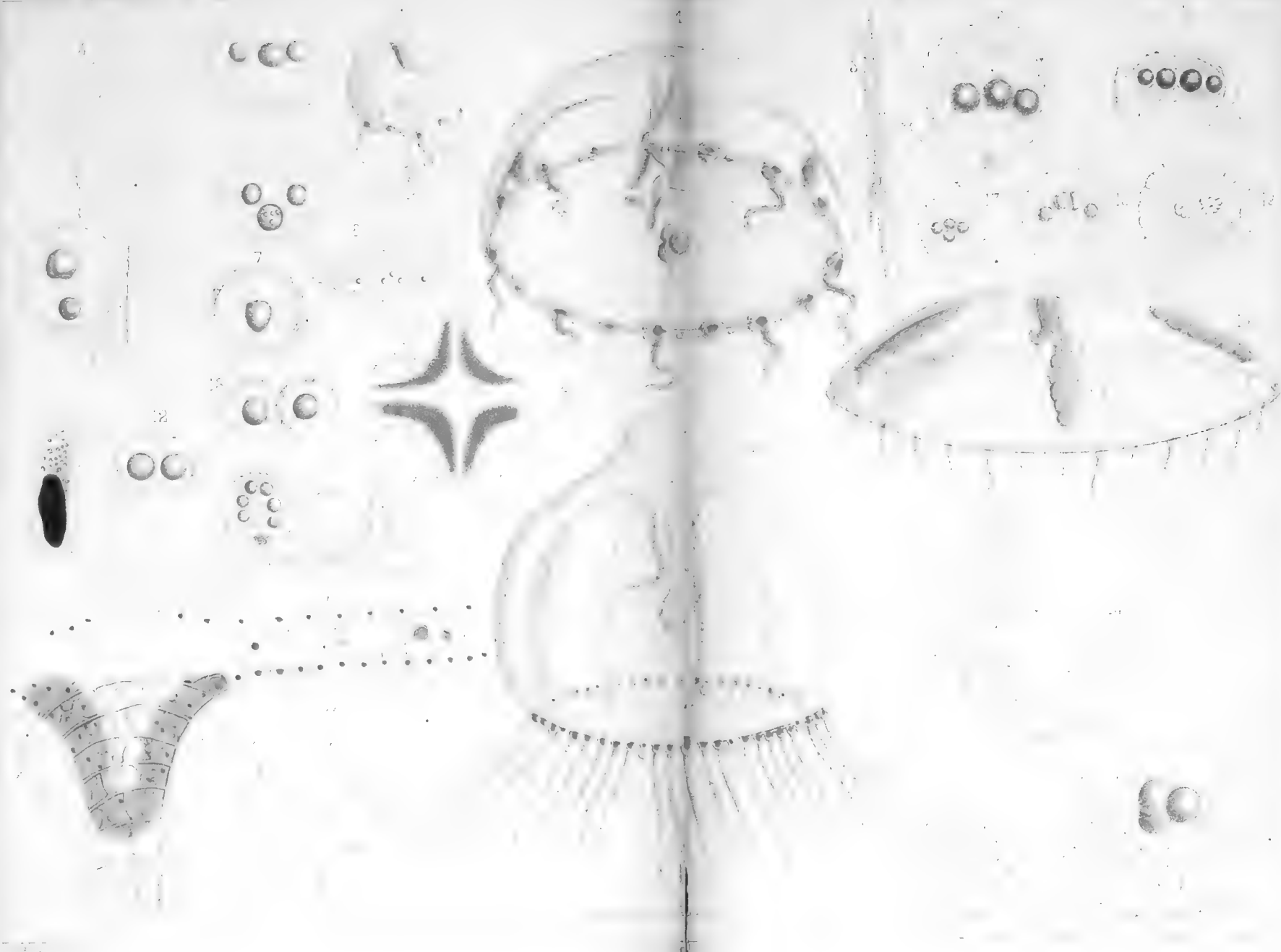
Fig. XVII und XVIII. Id. sieben—zehn Entodermzellen. Anlage der Segmente und der Gliedmassen. 1. Erstes Gliedmassenpaar. 2. Zweites Gliedmassenpaar. 3. Drittes Gliedmassenpaar. dv. Dorsale Verdickung.

Fig. XIX und XX. Id. Anlage der Aeste der Spaltfüsse und der Borsten. Die Zellen des Ektoderms haben sich ausserordentlich vermehrt und sind sehr klein. Bei Fig. XIX sind die Kugeln des Nahrungsdotters weggelassen.

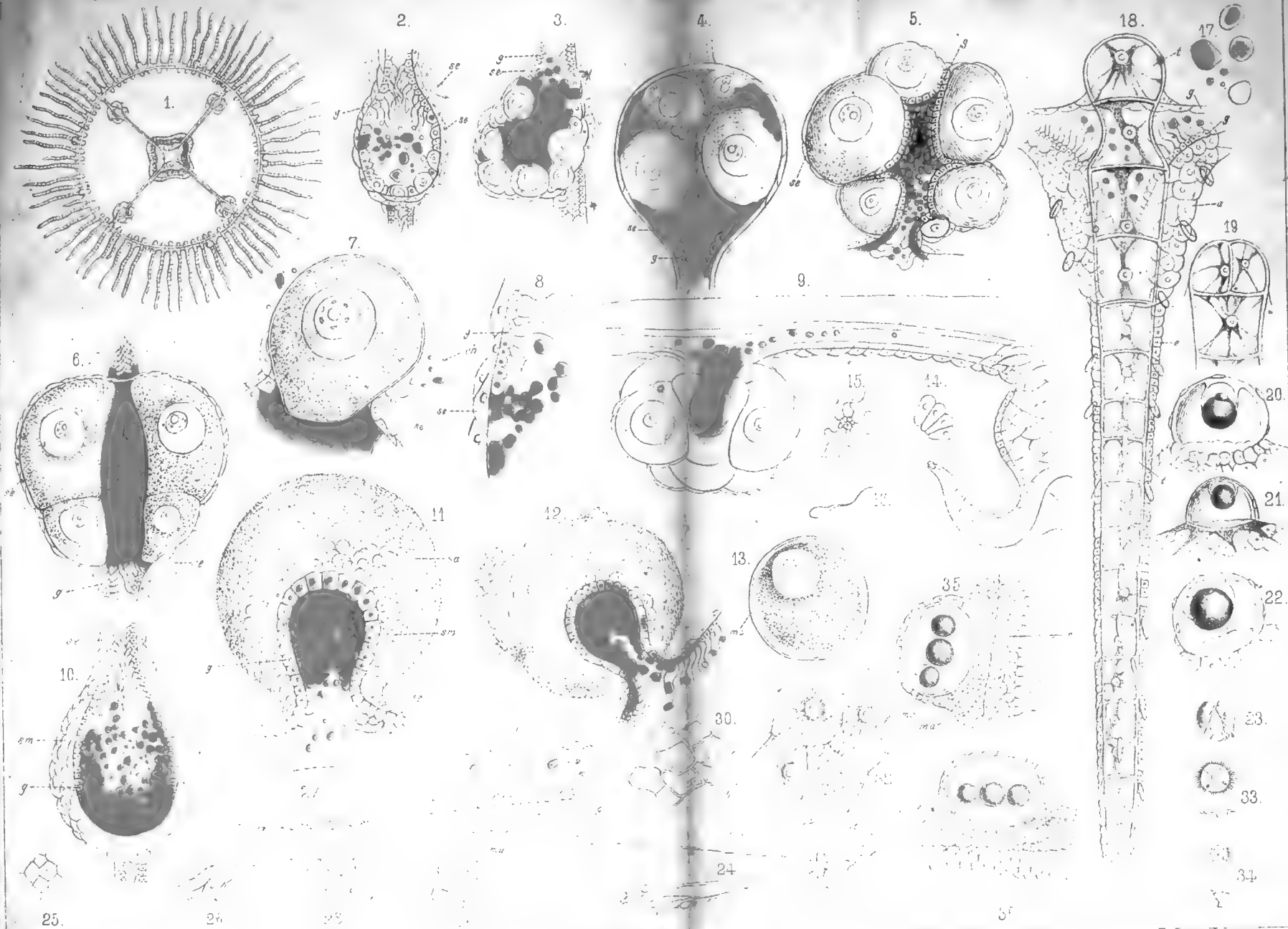
Fig. XXI. Id. Eine Extremitätenanlage mit der zarten Cuticula und den Borsten. E. Oc. 1.





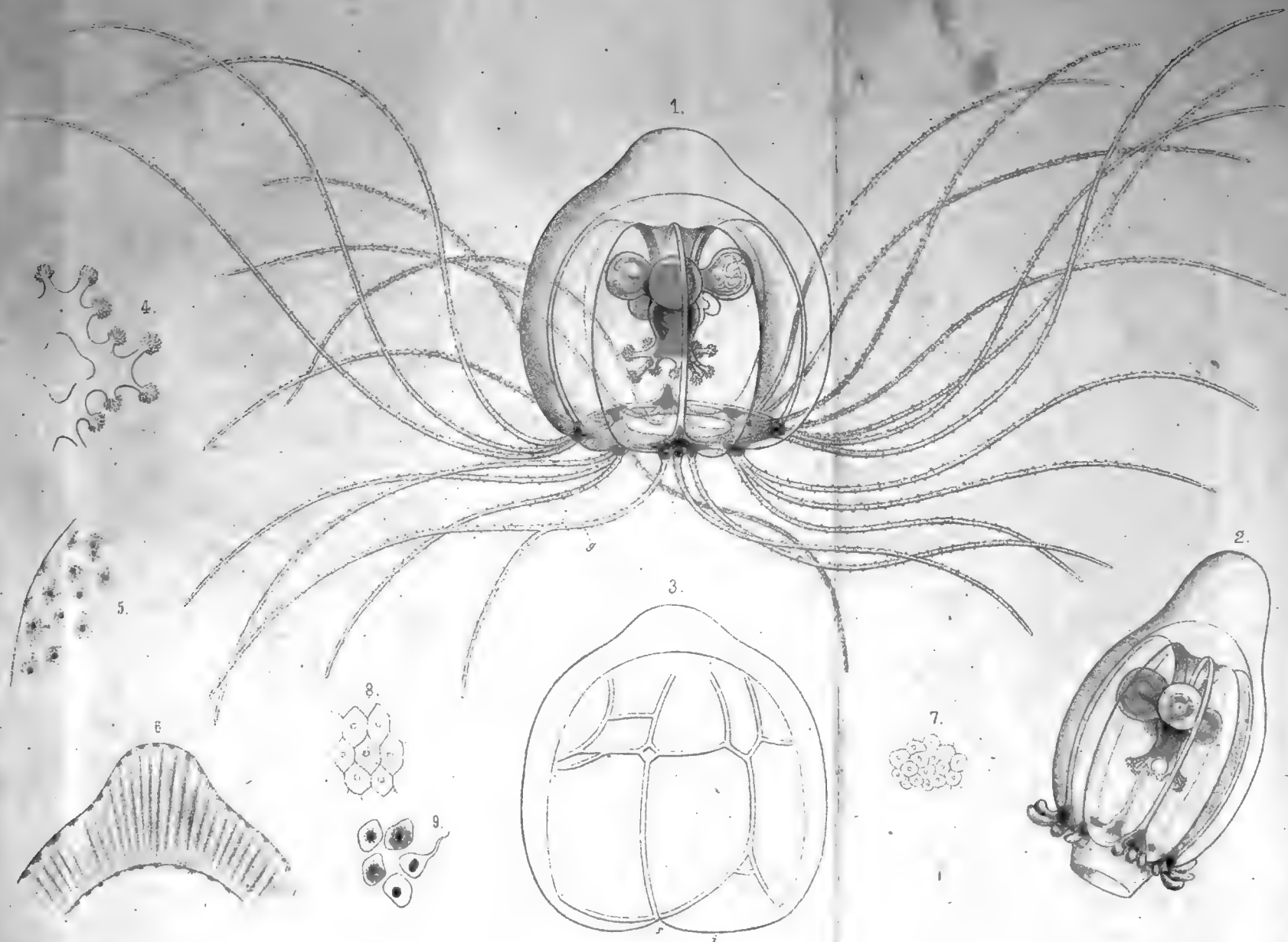
























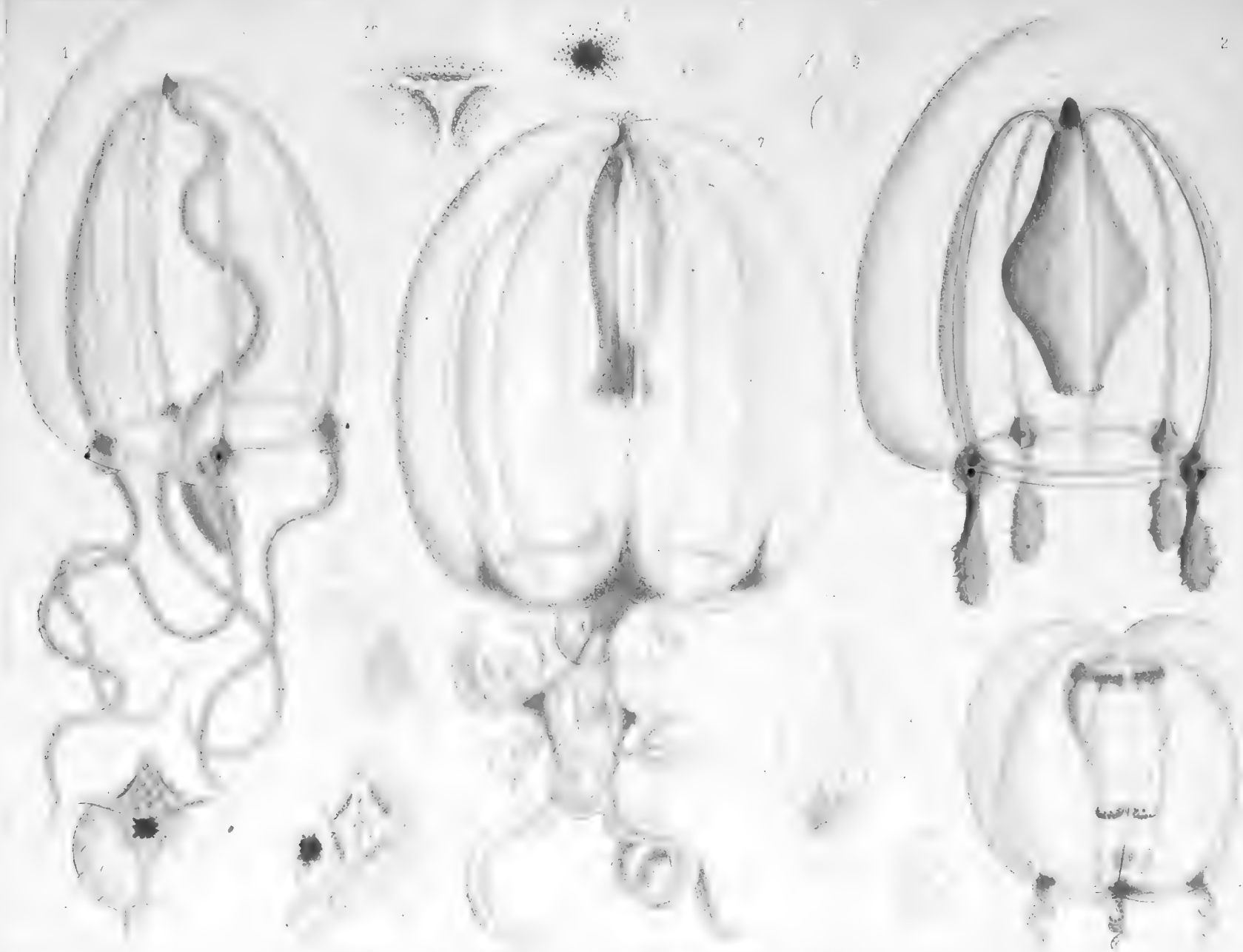






Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

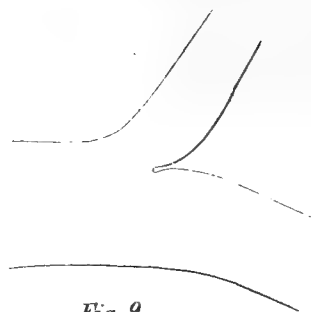


Fig. 9.

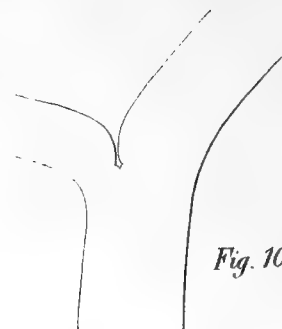


Fig. 10.



Fig. 4.

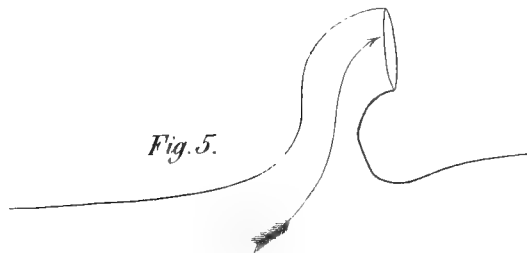


Fig. 5.

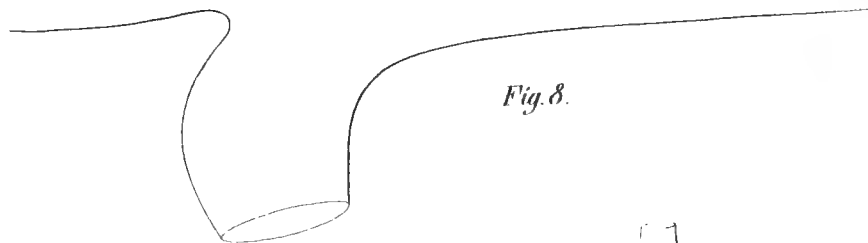


Fig. 8.



Fig. 6.

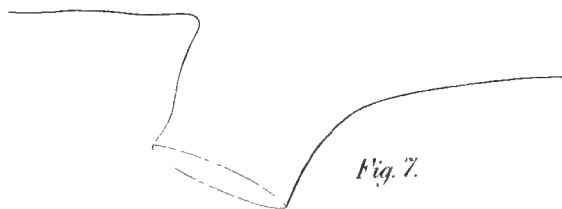
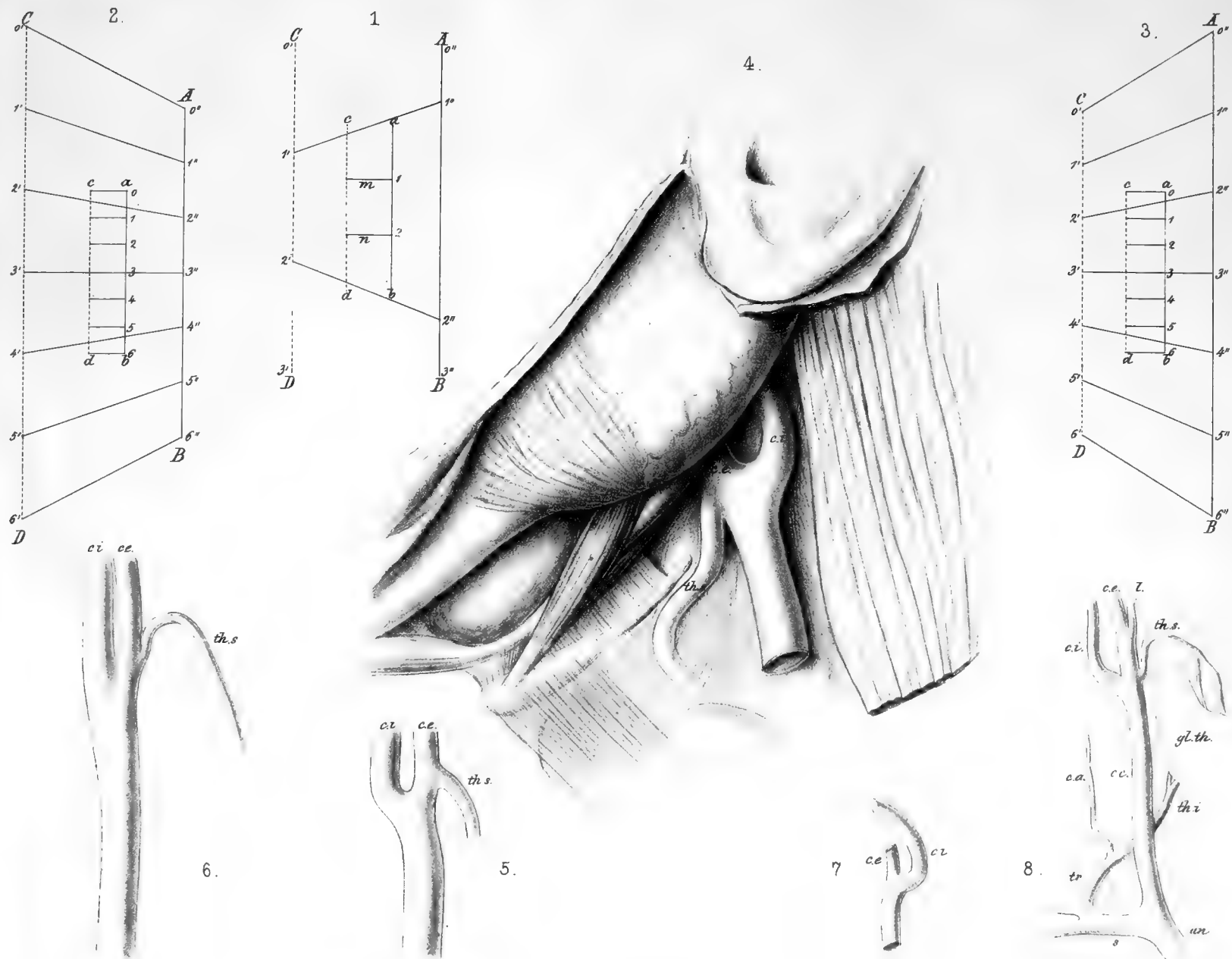


Fig. 7.

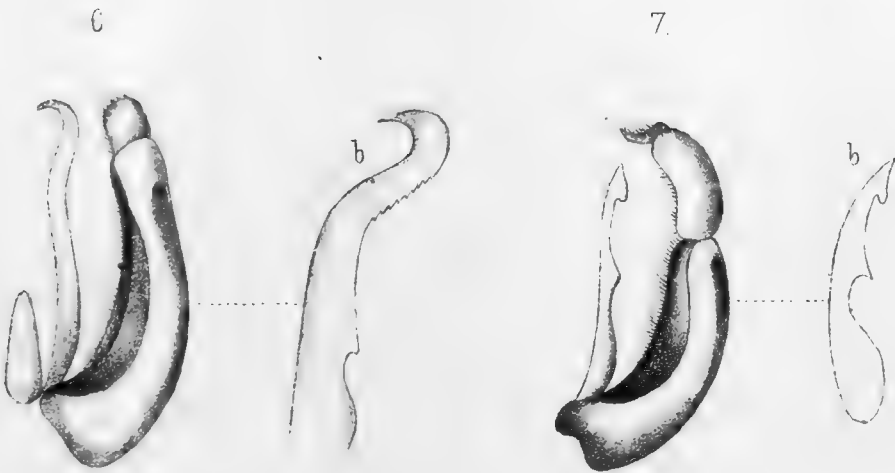
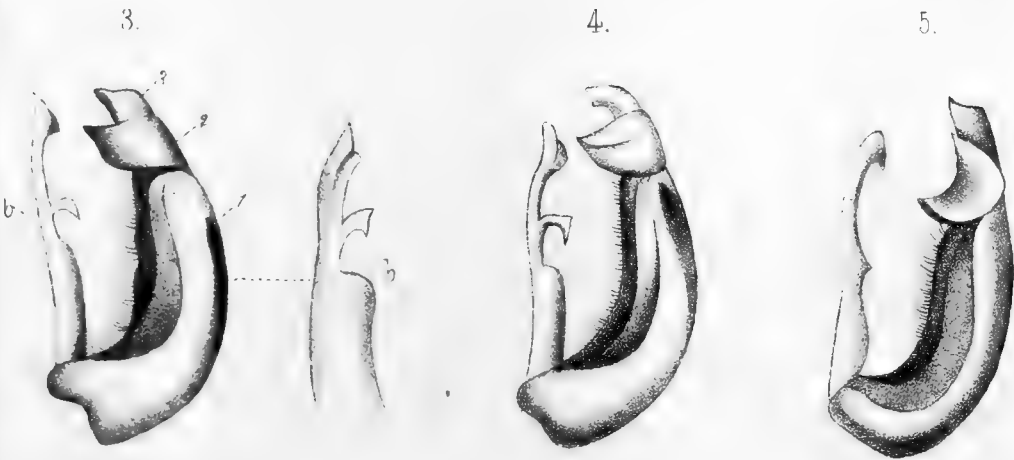
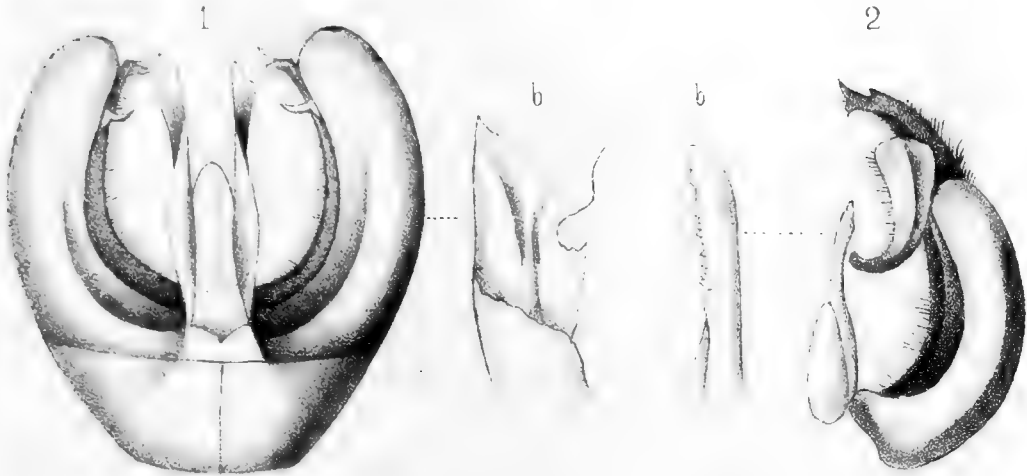


Fig. 11.



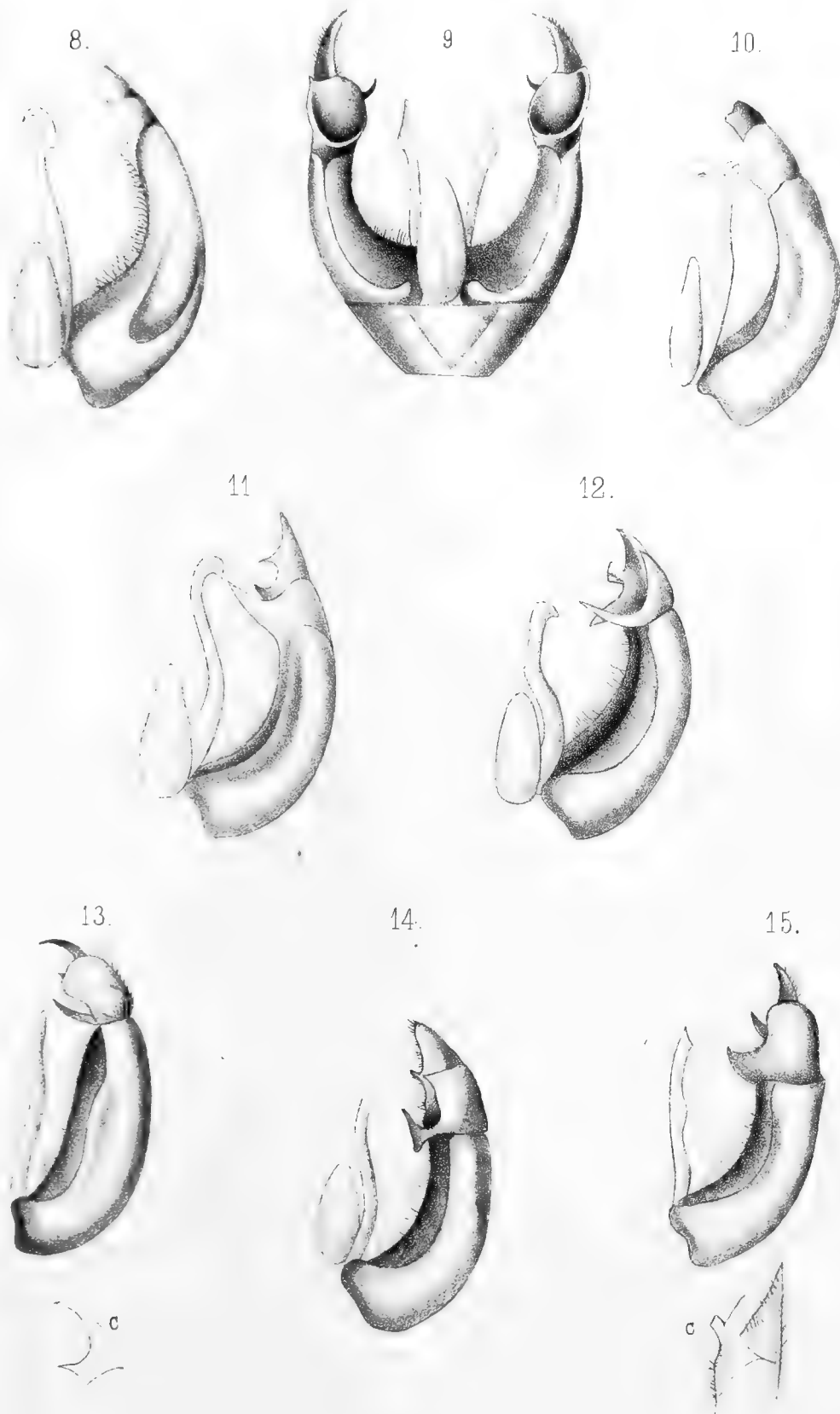




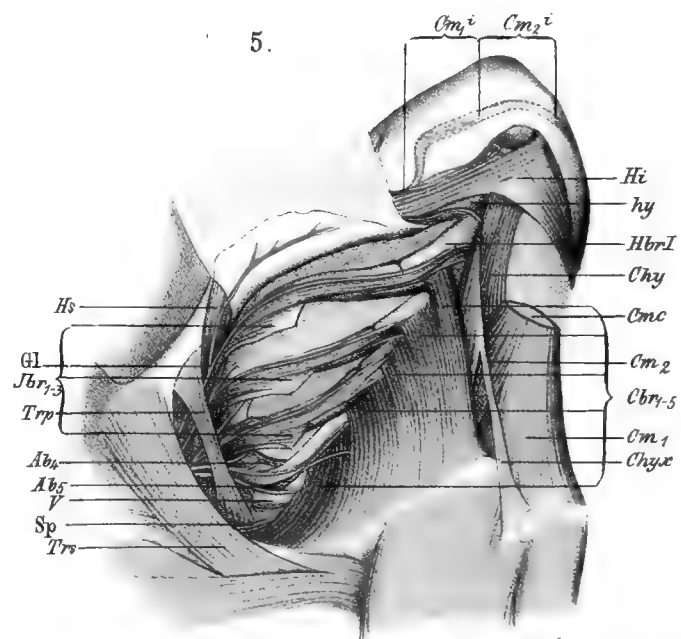
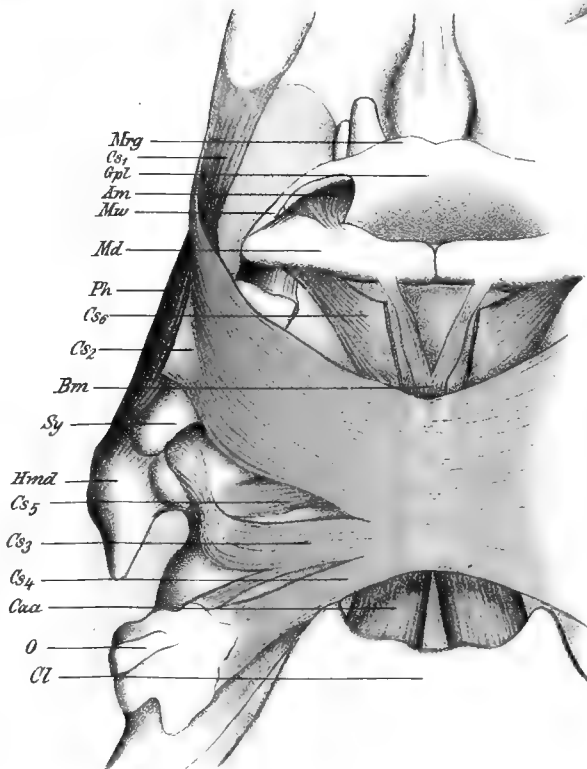
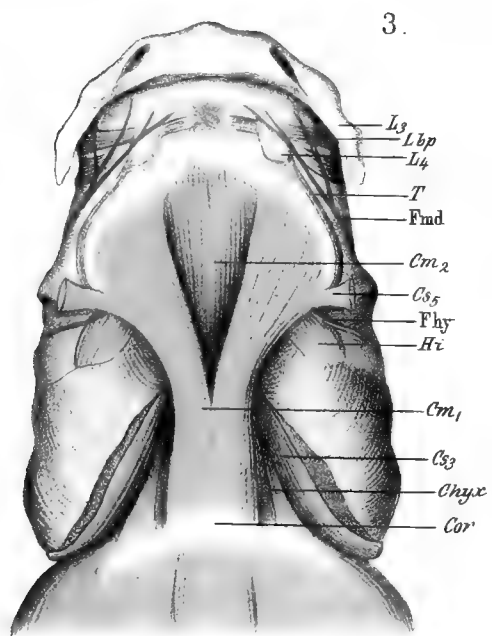
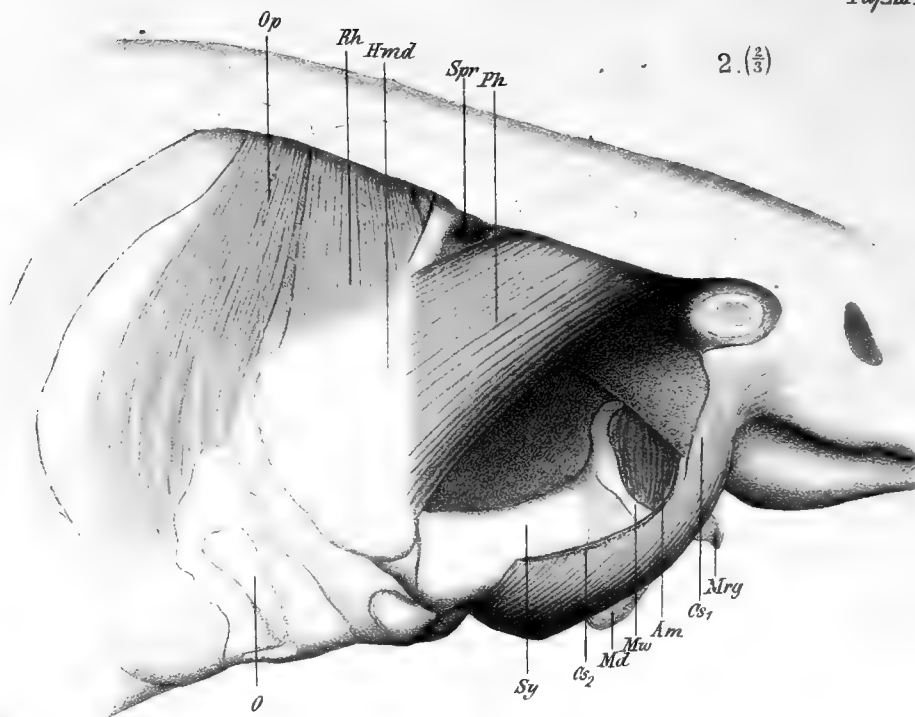
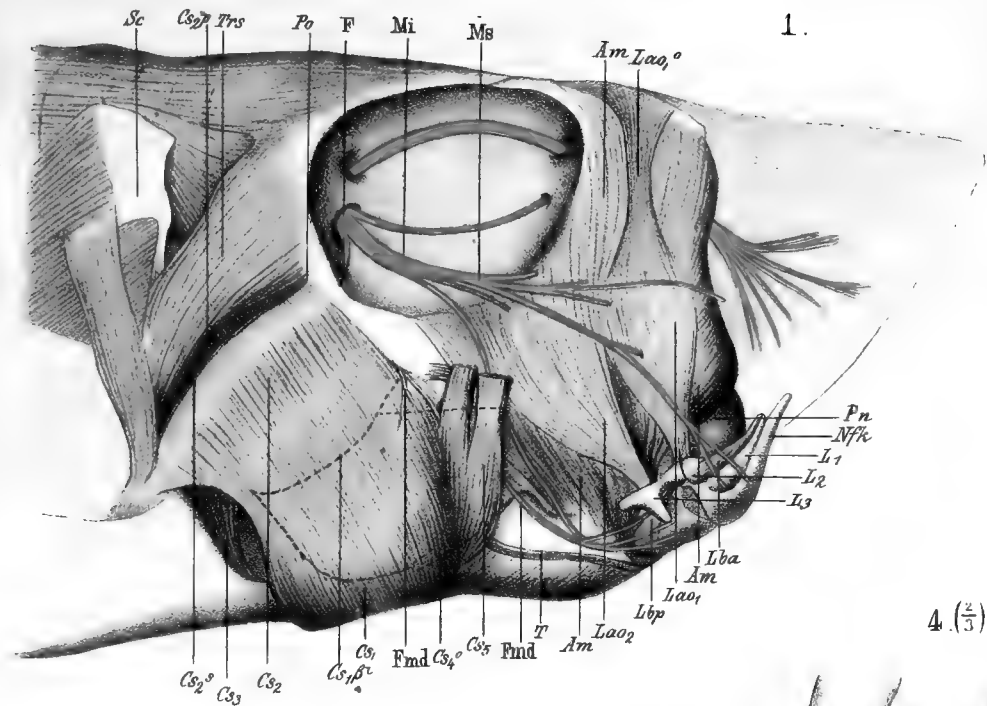




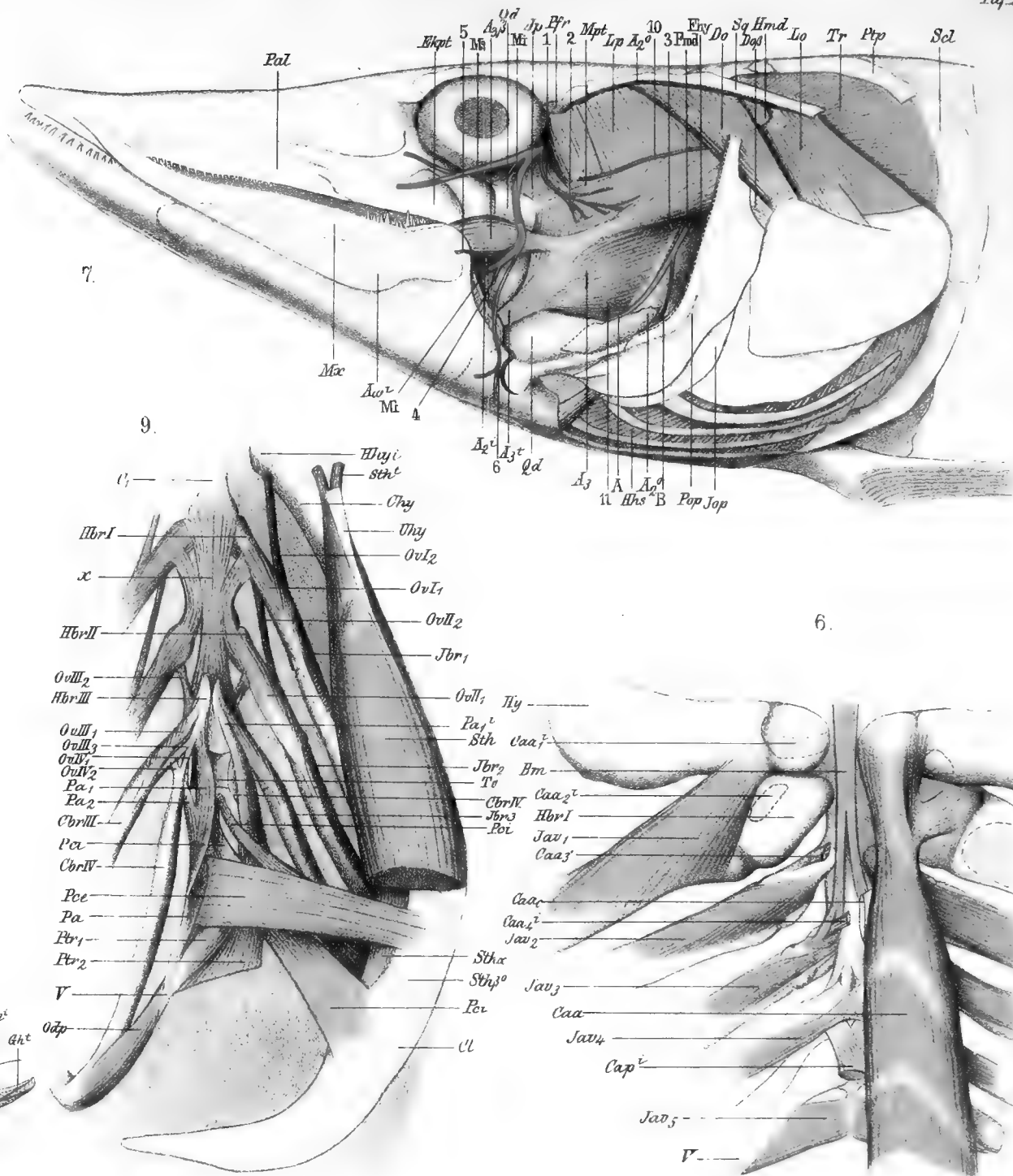
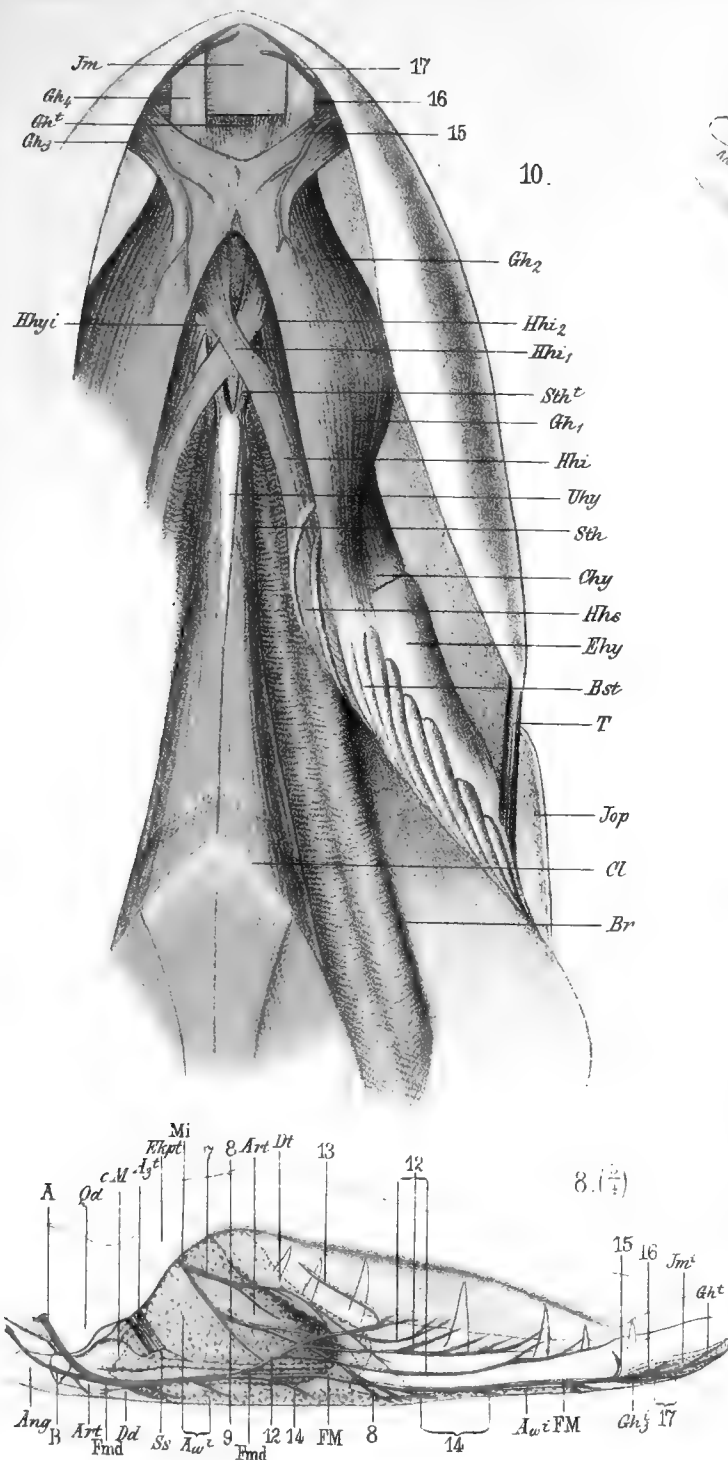








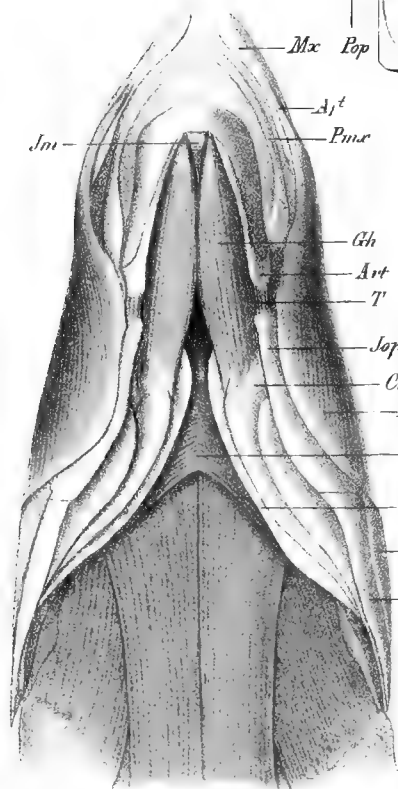




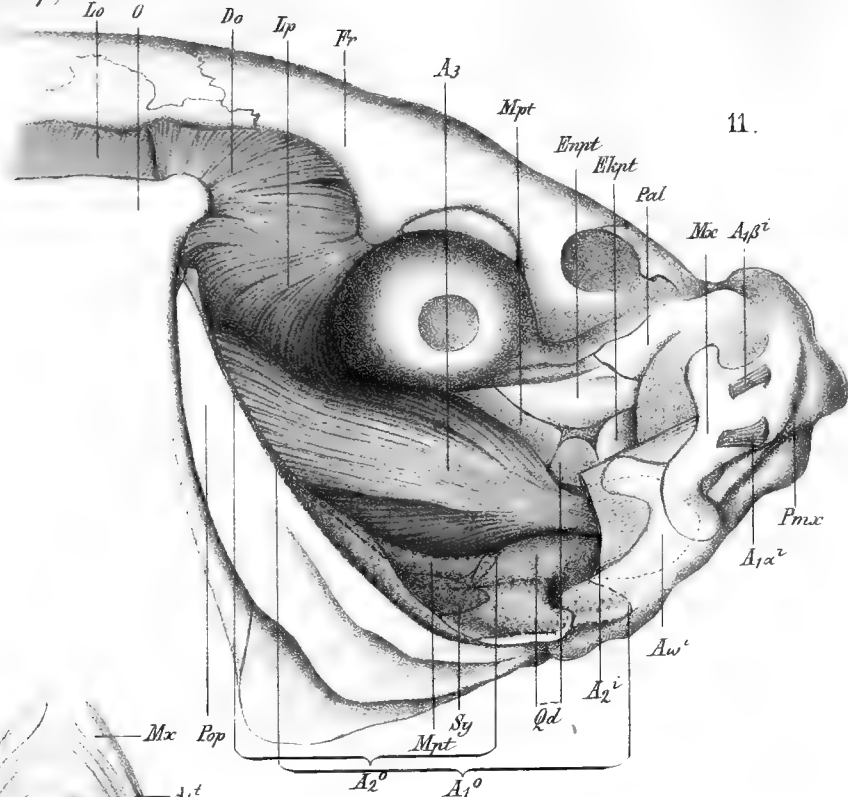




12.



11.



13.

